



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

VILLE REIMA
ARKKITEHDIN TIETOMALLIN HYÖDYNNETTÄVYYS JA
VAKIOINTI ARKKITEHDIN NÄKÖKULMASTA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Ilmari Lahdelma
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
25. kesäkuuta 2018

TIIVISTELMÄ

VILLE REIMA: Arkkitehdin tietomallin hyödynnettävyys ja vakiointi arkkitehdin näkökulmasta

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 56 sivua, 12 liitesivua

Elokuu 2018

Arkkitehdin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Arkkitehtuuri

Tarkastaja: professori Ilmari Lahdelma

Avainsanat: arkkitehti, tietomallintaminen, BIM, tietosisältö, vakiointi

Rakennusteollisuuden digitalisaation on luvattu parantavan tuottavuutta, kasvattavan toimialaa ja vähentävän työ- ja materiaaliperusteista hukkaa. Digitalisaation keinoja näiden suuntausten toteutumiseksi ovat mm. tietojärjestelmien parempi yhteensopivuus, kone-luettavuus ja prosessien automatisointi.

Arkkitehdin tietomallin sisältöä ei ole kansallisella tasolla määritelty tarkasti. Arkkitehtimallit ovat sisällöltään vaihtelevia, mikä vaikeuttaa niiden automaattista käyttöä mm. määrälaskennassa, simulaatioissa ja kiinteistön ylläpidossa. Tällä hetkellä mallien sisällön määrittelyä toteutetaan erilaisilla organisaatio- ja hankekohtaisilla tietomalliohjeilla. Kirjallisuus esittää vakioinnin ja tietomallien koneluettavuuden poistavan hankkeessa tehtävää hukkatyötä ja vähentävän suunnittelu- ja rakentamisaikaisia virheitä. Tietomalli on arkkitehdille tietomallihankkeessa keskeinen suunnittelun työkalu, mutta sen sisällön määrittelyn vaikutuksia arkkitehdin työnkuvaan ei ole tutkittu.

Tutkimuksessa kartoitettiin arkkitehtimallin tietosisällön vakioinnin vaikutuksia arkkitehdin työhön. Kyselytutkimuksella tutkittiin arkkitehtien työnkuvaa tietomallihankkeessa, suunnitteluprojektin kuormittavia vaiheita, tietomallihankkeen haasteita ja ongelmakohtia sekä työssä käytettäviä yleisiä ja sisäisiä ohjeistuksia ja niiden sisältöä. Kyselytutkimus kohdistettiin suurimpiin kotimaisiin tietomallinnusta hyödyntäviin arkkitehti-toimistoihin. Kyselyn tuloksia verrattiin kirjallisuudessa aikaisemmin saatuihin tuloksiin.

Kyselytutkimuksessa todettiin, että varsinaisen suunnittelutyön ulkopuolelta eniten arkkitehdin aikaa menee dokumenttien toistuvaan tuottamiseen sekä tietomallin ylläpitoon ja sen oikeellisuuden tarkistamiseen. Varsinainen tietosisällön tuottaminen tai sen lisääminen malliin ei lisää juurikaan arkkitehdin työn määrää. Nykyisten tietomalliohjeistusten seuraamisen arvioitiin senkin vaikuttavan hyvin vähän työn määrään. Tietosisällön vakiointi voi välillisesti helpottaa mallin ylläpitoon liittyvien tarkistusten tekemistä, muttei poista niiden tekemisen tarvetta. Menetelmien liian tarkan vakioinnin pelättiin lisäävän työtä ja rajoittavan suunnittelua. Vakioinnin tulisi olla tarkoituksenmukaista ja keskittyä mallin hyödyntämisen kannalta välttämättömän tietosisällön määrittelyyn. Vakioinnin vaatimukset tulisi ottaa huomioon suunnittelusopimuksia laadittaessa.

ABSTRACT

VILLE REIMA: Standardization and Usability of the Architectural Building Information Model from the Architect's Point of View

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 56 pages, 12 Appendix pages

August 2018

Master's Degree Programme in Architecture

Major: Architecture

Examiner: Professor Ilmari Lahdelma

Keywords: building information model, BIM, architect, standardization

The information content of the architect's building information modelling (BIM) model is currently not strictly defined at national level. Architectural models are variable in content, which complicated their usage in quantity calculations, simulations and facility management. Currently, the information content of BIM models is defined primarily by various organizational or project-specific instructions and guidelines. The literature presents that standardization and the machine-readability of models lead to reduced number of design flaws during planning and construction and less wasted work done during the design phase. The architectural model is a key design tool for an architect working in a BIM project, but the impact of standardizing its content on the architect's workload has not been studied.

In the study, the effects of standardization of the informational content of the architectural model on the work of the architect were mapped. The survey investigated architects' workflow in a typical BIM project, difficult phases of the design project, challenges found in the BIM project and the general and internal guidelines used in the work. The questionnaire survey was targeted at the domestically largest architectural offices that were known to implement BIM. The results of the survey were compared to the results of the previous literature.

The survey found that the actual production of information content or appending it into the model does not add much to the architect's workload. It was estimated that following the existing BIM-related general instructions also had a very limited impact on the workload.

The most time-consuming phases outside the actual design work were found to be the repetitive production of documents as well as the maintenance of the BIM model, including quality control and various verifications related to the accuracy of the model. Standardizing the information content may indirectly make it easier to make these verifications but does not remove the fundamental need to do so. Excessive standardization was suspected to restrict design-work and increase the workload. Standardization should be appropriate and focus on defining only the information content necessary for the model to be utilized. Standardization requirements should be considered when making the design contracts.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty opinnäytteenä arkkitehdin tutkintoa varten Tampereen teknillisessä yliopistossa. Työn tarkastajana on toiminut Tampereen teknillisen yliopiston arkkitehtuurin professori Ilmari Lahdelma. Lisäksi työtä ovat ohjanneet Skanskan tietomallintamisen ja digitaalisten palveluiden ICT-vastaava, TkT Sini Kallio sekä rakennustuotannon ja talouden professori, Ph.D. Kalle Kähkönen.

Opintien päätepisteen vai vähimmilläänkin suurimman välietapin häämöttäessä on viimein hetki pysähtyä ja tarkastella tiellä kuljettua matkaa, ennen katseen kääntämistä eteenpäin. Matkaa on vuosien varrella taitettu vaihtelevalla vauhdilla ja monenlaisessa maastossa, usein helppokulkuisessa alavietteessä, joskus louhikkoisessa ylämäessä. Jokunen jokikin on kahlattu läpi. Matkaseura on etappien välillä muuttunut, mutta harvassa ovat olleet ne tilanteet, joissa taivalta olisi pitänyt tarpoa yksinään.

Tämäkään diplomityö ei olisi valmistunut ilman monimuotoista ja -alaista apua. Erityiskiitokset haluan esittää Sini Kalliolle työn ohjauksesta, inspiraatiosta ja ajatusten herättämisestä, jotka olivat työn ja aihealueen kehittelyn kannalta aivan kriittisiä. Niin ikään kriittisiä ovat olleet ystävien tuki ja tsemppi. Reetalle kiitos loputtomasta motivoinnista, ammattitaitoisesta aikataulukonsultoinnista ja myötäelämisestä, sekä Marialle eteenpäin potkimisesta ja neuvoista, joita varsinkin kahlukohtien ylityksissä tarvittiin. Kummankin tuki ja myötävaikutus piti työn tekijöineen kasassa.

Kiitos kuuluu myös Arkkitehtitoimisto NOANille työn tekemisen puitteista ja kaikille työhuoneella pyörineille seurasta ja tuesta. Erityisesti kiitos Teemulle, Lassille ja Jan-nelle, joiden seura täydensi työntekoa niin Tampereella kuin Helsingissäkin, kellonajasta ja viikompäivästä riippumatta.

Tampereella elokuussa 2018



Ville Reima

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät	2
1.3	Arkkitehdin tietomallin sisältö	3
1.4	Diplomityön rakenne	4
1.5	Työn rajaus	5
2.	KIRJALLISUUSSELVITYS	6
2.1	Tietomallintaminen	7
2.1.1	Tietomallintamisen hyödyt ja lupaukset	7
2.1.2	Suunnitteluprosessin ja -ohjauksen haasteet	9
2.1.3	Tietomallintamisen ongelmakenttä	11
2.2	Tietomallinnusohjeet ja -standardit Suomessa	15
2.2.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	15
2.2.2	Elementtisuunnittelun mallinnusohje BEC 2012	15
2.2.3	Hankekohtaiset ohjeet	16
2.3	Arkkitehdin toimenkuva tietomallinnettavassa rakennushankkeessa	17
2.3.1	Suunnittelun valmistelu	17
2.3.2	Ehdotussuunnittelu	18
2.3.3	Yleissuunnittelu	19
2.3.4	Rakennuslupa	20
2.3.5	Toteutussuunnittelu	21
2.3.6	Toteutussuunnittelun jälkeen	21
2.4	Vakiointi	22
2.4.1	Vakiointi yleisesti	22
2.4.2	Vakiointi tietomallintamisessa	23
2.5	Yhteenveto ja päätelmät	27
3.	KYSELYTUTKIMUS	29
3.1	Tavoitteet ja rajaus	29
3.2	Menetelmä	29

4.	VASTAUKSET JA NIIDEN TARKASTELU	31
4.1	Aineistosta	31
4.2	Kyselytutkimuksen avoimet vastaukset	34
4.2.1	Toistuvat mallinnusvaiheet	34
4.2.2	Aikaa vievät mallinnusvaiheet	35
4.2.3	Sytä toistoon ja ajankäyttöön	35
4.2.4	Kuluttavissa vaiheissa tuotettava tietosisältö	36
4.2.5	Tiedon määrämuotoisuus	37
4.2.6	Suunnittelun tietotarpeet	37
4.2.7	Puutteellisten tietotarpeiden vaikutukset	38
4.2.8	Päätöksenteon paikat	39
4.2.9	Nimikkeistöt	40
4.2.10	Sisäiset ohjeistukset ja niiden sisältö	41
4.2.11	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	42
4.2.12	Muut yleisten ohjeiden aiheet	45
5.	YHTEENVETO	46
5.1	Kyselytutkimuksen tulokset ja peilaus kirjallisuuteen	46
5.2	Tutkimuksen tarkastelu	49
5.2.1	Kyselytutkimus	49
6.	PÄÄTELMÄT	51
	LÄHTEET	52

LIITE 1: KYSELYTUTKIMUKSEN KYSYMYKSET

LIITE 2: KYSELYTUTKIMUKSEN AVOIMET VASTAUKSET

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Tutkimuksen tavoitteiden hierarkia</i>	<i>2</i>
Kuva 2.	<i>Arkkitehdin tietomallin sisältöön vaikuttavia rakennushankkeen osapuolia</i>	<i>3</i>
Kuva 3.	<i>Tietomalliohjeistuksen tasot. Käännetty ja muokattu lähteestä Framework for building information modelling (BIM) guidance ISO/TS 12911 (2012)</i>	<i>4</i>
Kuva 4.	<i>Työn rajausta suhteessa rakennushankkeen vaiheisiin</i>	<i>5</i>
Kuva 5.	<i>Kirjallisuusselvityksen aiheet ja osa-alueet</i>	<i>6</i>
Kuva 6.	<i>Vastaajien jakautuminen maantieteellisesti</i>	<i>31</i>
Kuva 7.	<i>Vastaajien tietomalliprojektien määrä viimeisen 12 kuukauden aikana</i>	<i>32</i>
Kuva 8.	<i>Vastaajien projektien edustamat hanketyypit</i>	<i>32</i>
Kuva 9.	<i>Vastaajien käyttämät suunnitteluohjelmistot</i>	<i>33</i>
Kuva 10.	<i>Vastaajien käyttämät tietomalliohjelmistot</i>	<i>33</i>
Kuva 11.	<i>Vastaajille tutut nimikkeistöt</i>	<i>40</i>
Kuva 12.	<i>Vastaajien perehtyneisyys Yleisiin tietomallivaatimuksiin 2012</i>	<i>42</i>
Kuva 13.	<i>Vastaajien perehtyneisyys YTV 2012 Osan 3 aliosioihin</i>	<i>43</i>
Kuva 14.	<i>YTV:n ohjeiden seuraaminen vaikutukset vastaajien työhön</i>	<i>44</i>

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1.</i>	<i>Organisaation tietomallikypsyyden tasot (Succar 2009)</i>	<i>12</i>
<i>Taulukko 2.</i>	<i>Ote arkkitehtimallin mallinnusvaatimuksista (RT 10-11068 2012)</i>	<i>24</i>
<i>Taulukko 3.</i>	<i>Tilojen tietosisältö (buildingSMART 2018b; 2010)</i>	<i>26</i>
<i>Taulukko 4.</i>	<i>Tietomallintamisen hyötyjä ja haasteita.....</i>	<i>27</i>
<i>Taulukko 5.</i>	<i>Tietotarpeet suunnitteluvaiheittain arkkitehdin näkökulmasta</i>	<i>40</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

4D	Kuvaa tietomallintavaa suunnittelutapaa, jossa rakennusosille on kolmiulotteisen (3D) geometrian lisäksi mallinnettu ajallinen ulottuvuus, kuten toimitus- tai asennusaikataulu
5D	4D-tietomalli, jossa rakennusosilla lisäksi hintatieto
Arkkitehtimalli	Arkkitehdin laatima <i>rakennuksen tietomalli</i>
Attribuutti	Tietomallin objektiin liitetty ominaisuus tai tietokenttä, kuten rakennusosan materiaali, oven paloluokka tai tilan tunniste
BEC-hanke	Kansallinen betonielementtien tietomallinnuksen ja tiedonsiirron kehittämiseen tähdännyt kehityshanke
BIM	Building Information Model t. Modelling. Ks. Tietomalli
BuildingSMART	Kansainvälinen tietomallinnusta kehittävä yhteistyöfoorumi. Suomessa toimii maaorganisaatio BuildingSMART Finland
IFC	Industry Foundation Classes, BuildingSMART:n kehittämä tiedonsiirtoformaatti tietomallien jakamiseen ja siirtämiseen
IFC 2x3	Kirjoitushetkellä yleisin käytössä oleva IFC-versio
ISO	International Organization for Standardisation, kansainvälinen standardeja julkaiseva järjestö
Keynote	Eräs Autodesk Revit -ohjelmiston rakennusosille kirjoittama attribuutti. YTV 2012 ohjeistaa tallentamaan rakennusosan Talo 2000 -kategorian tähän attribuuttiin
Koneluettavuus	Koneluettava tieto on ohjelmistoteknisesti mahdollista poimia ja erottaa tietolähteestä, esimerkiksi tietomallista
Natiivimalli	Tietomalli suunnitteluohjelman omassa tiedostoformaattissa
Objekti	Tässä tutkimuksessa tietomallissa esiintyvä rakennusosa. Objektilla voi olla geometrinen muoto (kuten seinän geometria) ja ominaisuustietoja (kuten seinän materiaali tai U-arvo). Näitä ominaisuuksia kutsutaan attribuuteiksi
Olio	Ks. objekti
Property Set	IFC-terminologiassa kokoelma objektiin tai objekteihin liitettyjä ominaisuustietoja
Rakennuksen tietomalli	Tietomalli, joka mahdollistaa rakennustietojen vaihdon, jakamisen ja käytön (KIRA-sanasto 2016)
Talo 2000	Laajasti käytetty nimikkeistöjärjestelmä. Sisältää tila-, hanke-, tuotanto-, rakennustuote- ja kalustonimikkeistöt
TATE	Talotekniikka

Tietomalli	Malli, joka kuvaa tietoa ja tietojen välisiä suhteita (KIRASanasto 2016). Tässä työssä tietomallilla tarkoitetaan <i>ra-kennuksen tietomallia</i>
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012, tietomallinnusta määrittelevä ohjekokonaisuus, joka toteutettiin COBIM -hankkeen yhteydessä vuosina 2011—2012

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennusteollisuus digitalisoituu. Kiinteistö- ja rakennusalan digitalisaation edistäminen — KIRA-digi — on ollut hallituksen kärkihankkeena vuodesta 2016. Hanke jatkuu vuoden 2018 loppuun ja sen tavoitteiksi on merkitty 25% parempi tuottavuus, 25%:n suuruisen toimialan kasvu, 50% vähemmän hukkaa ja 75% vähemmän virheitä. Kolmiosainen hanke koostuu tiedonhallinnan harmonisoinnista, julkishallinnon säädös- ja muutostyöstä sekä kokeiluhankkeista.

Suunnittelualan tiedonhallinta pohjautuu tietomallintamiseen ja tietomallien hyödyntämiseen. Tietomallintamisella tarkoitetaan pääasiassa sellaista suunnittelutapaa, jossa suunnitelmat mallinnetaan kolmiulotteisilla mallinnusobjekteilla, ja näihin objekteihin sisällytetään rakennushankkeen aikana tarvittavaa, objekteihin sidottua tietoa. Malleja ja niissä olevaa tietoa voidaan käsitellä ja yhdistellä sopivilla ohjelmistoilla.

Kirjallisuudessa tietomallintamisen luvataan — muiden hyötyjen ohella — vähentävän suunnittelu- ja rakennusaikaisia virheitä ja tuovan aikataulu- ja kustannussäästöjä. Tietomallintaminen ei ole uusi ilmiö, mutta sen laajamittainen käyttöönotto ja tietomallien hyödyntäminen on osoittautunut haasteelliseksi. Gerbov (2014) nimeää suurimmiksi kehittymisen esteiksi tehottoman tiedonsiirron, puutokset tietotaidoissa sekä mallinnusohjeiden ja -menettelyiden uupumisen. Mallien ja mallinnustapojen variaatio varsinkin arkkitehdin mallien kohdalla vaikeuttaa niiden hyödyntämistä mm. kustannusarvion laatimisessa (mm. Troberg 2015; Tarpila 2016).

KIRA-digin visiossa todetaan, että vakiointi mahdollistaa tiedon koneluettavuuden ja siten prosessien laajemman automatisoinnin. Arkkitehtimallien sisällön vakiointi voidaan nähdä edellytyksenä mallien tehokkaalle ja automaattiselle hyödyntämiselle. Arkkitehdin tietomallia käyttää suoraan tai välillisesti suuri osa rakennushankkeen osapuolista, joilla on omat intressinsä ja vaatimuksensa mallin tietosisällölle. Erikoissuunnittelijoiden, määrälaskennan ja urakoitsijoiden tietotarpeita on selvitetty mm. suunnittelunohjausta ja sen kehittämistä käsittelevässä kirjallisuudessa. Tietomalli on tiedonsiirto- ja yhteistyövälineen lisäksi arkkitehdille tärkeä suunnittelutyökalu, ja sen sisällölle esitetyt vaatimukset vaikuttavat suoraan arkkitehdin työn määrään ja tapaan. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia vaikutuksia tietomallin sisällön vakioinnilla arkkitehdin työhön on.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät

Tutkimuksen päätavoitteena on tutkia arkkitehtimallin vakiointia tietomallin hyödyntämisen välineenä ja sen hyötyjä ja haittoja arkkitehdin näkökulmasta. Tutkimuskysymyksenä tämä asetettiin seuraavanlaiseen muotoon: *Minkälaisia vaikutuksia arkkitehtimallin sisällön vakioinnilla on arkkitehdin työn määrään tai sisältöön?* Päätavoite jaettiin karkeasti kolmeen alatavoitteeseen, joita on kuvattu alla (Kuva 1).



Kuva 1. Tutkimuksen tavoitteiden hierarkia

Tavoitteiden selvittämiseksi käytettiin kahta pääasiallista tutkimusmenetelmää: kirjallisuusselvitystä ja kyselytutkimusta. Ensimmäisen vaiheen tavoitteena on tutkia vakiointia tietomallintamisessa suhteellisen laajasti, jotta ilmiöstä voidaan muodostaa yleiskäsitys. Kirjallisuusselvityksessä määritellään tutkimuksen kannalta keskeiset käsitteet, kuten tietomallintaminen ja vakiointi. Lisäksi muodostetaan kuva arkkitehdin tehtäväkentästä tietomallihankkeessa sekä Suomessa käytettävästä ohjeistuksesta, joilla rakennushanketta, suunnittelua ja tietomallintamista vakioidaan. Kirjallisuudesta etsitään vastauksia muiden muassa seuraaviin apukysymyksiin:

Mitä arkkitehdin työnkuva tavanomaisessa tietomallihankkeessa sisältää?

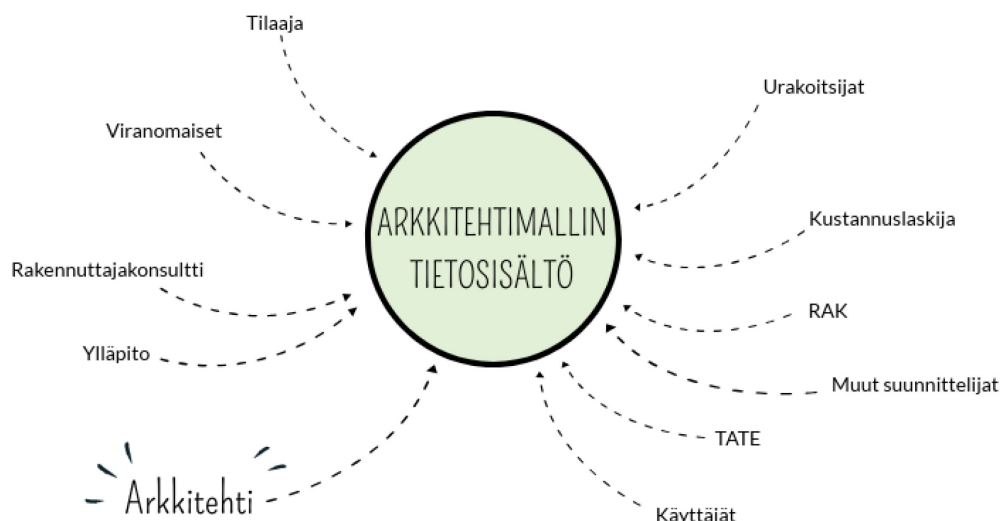
Mitä vakiointi tietomallinnuskontekstissa tarkoittaa?

Mitä hyötyjä vakioinnista tietomallinnuskontekstissa on?

Tutkimuksen toisessa vaiheessa huomio siirretään arkkitehdin näkökulmaan, jota tutkitaan arkkitehtitoimistoille suunnatulla kyselytutkimuksella. Kyselyllä kerätään empiiristä

aineistoa arkkitehdin työnkuvasta ja suunnittelutyön vaiheista, vaiheiden kuormittavuudesta, niissä tuotetusta tiedosta ja vaadituista tietotarpeista, toimistoissa käytetyistä yleisistä ja sisäisistä tietomalliohjeista sekä arkkitehtien suhtautumisesta ohjeisiin ja vakiointiin. Kolmannessa vaiheessa empiiristä tietoa peilataan kirjallisuuteen ja tutkimusaineistosta muodostetaan yhteenveto.

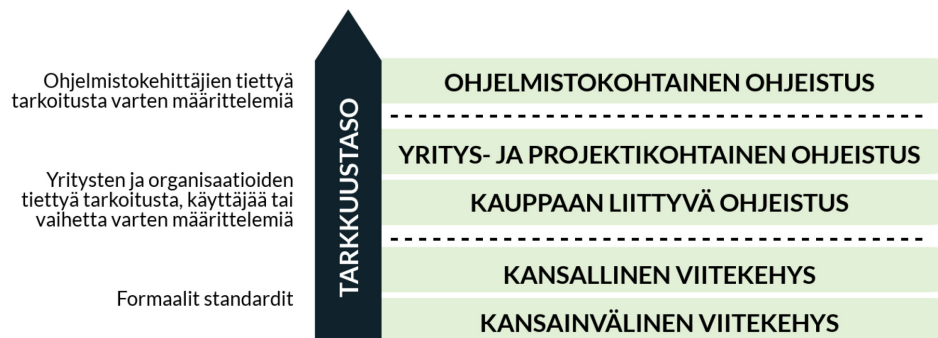
1.3 Arkkitehdin tietomallin sisältö



Kuva 2. Arkkitehdin tietomallin sisältöön vaikuttavia rakennushankkeen osapuolia

Tietomallihankkeessa tietoa vaihdetaan suunnitteluvaiheessa tietomallin avulla. Arkkitehdin tietomallin sisältöön vaikuttavat osaltaan kaikki rakennushankkeen osapuolet, jotka suoraan tai välillisesti tarvitsevat arkkitehdin tuottamaa tietoa. Näitä on kuvattu kuvassa Kuva 2. Mallin sisällölle vaatimuksia esittävät tilaaja, rakennuttaja/rakennuttajakonsultti, eri viranomaiset, kustannus- ja määrälaskenta, suunnittelijat, urakoitsijat ja käyttäjät (mm. Vakkilainen 2009; RT 10-11105 2013). Kaikilla hankkeen osapuolilla on omat taustansa, näkökulmansa ja intressinsä. Näiden näkökulmien ja intressien erilaisuus voi toimia ongelmien aiheuttajana tai toisaalta innovaatioiden lähteenä (Engeström 2001, ks. Korpela 2011, s. 13). Tässä työssä keskitytään arkkitehtimallin tietosisältöön arkkitehdin näkökulmasta, joskaan muiden osapuolien näkökulmaa ei voi rajata kokonaan pois.

Näiden lisäksi tietosisältöön vaikuttavat vähintään välillisesti lait (joista pääasiallisesti Maankäyttö- ja rakennuslaki) sekä kansainväliset, kansalliset ja projektiokohtaiset suunnittelu- ja tietomalliohjeet. Ohjeiden ja viitekehysten hierarkiaa on kuvattu kuvassa Kuva 3. Kuvan lähteenä käytetty ISO:n (International Organization for Standardization) Framework for building information modelling (BIM) guidance (ISO/TS 12911) sijoittuu kaaviossa kansainvälisiin viitekehyksiin. Siinä kuvataan viitekehys tietomalliohjeiden laatimiselle ja määrittelylle. Suomessa laadittuja ja käytössä olevia ohjeistuksia käsitellään kirjallisuusselvityksen luvussa 2.2.



Kuva 3. Tietomalliohjeistuksen tasot. Käännetty ja muokattu lähteestä *Framework for building information modelling (BIM) guidance ISO/TS 12911 (2012)*

1.4 Diplomityön rakenne

Tutkimus jakaantuu johdannon lisäksi kolmeen osaan, joita ovat

- Kirjallisuusselvitys (kappale 2)
- Kyselytutkimus (kappaleet 3 ja 4)
- Yhteenveto (kappale 5)

Kirjallisuusselvityksessä määritellään tutkimuksen keskeiset käsitteet (*tietomallintaminen* ja *vakiointi*) ja pohjustetaan kyselytutkimusta selvittämällä, millaisia vaikutuksia arkkitehtimallin sisällön vakioinnilla voidaan olettaa arkkitehdin työhön olevan. Tämän selvittämiseksi etsitään kirjallisuuden käsitys

- Arkkitehdin tehtäväkentästä rakennushankkeessa
- Tietomallintamisen hyödyistä, joihin vakiointi voi vaikuttaa
- Tietomallintamisen haasteita, joihin vakioinnilla voi vaikuttaa
- Ohjeista, määräyksistä ja nimikkeistöistä, joita Suomessa tällä hetkellä tietomallihankkeiden suunnittelussa noudatetaan

Näiden perusteella muodostetaan alustava käsitys siitä, mitä vakiointi tietomallinnuksen kontekstissa tarkoittaa ja laaditaan hypoteesit sen vaikutuksista arkkitehdin työhön.

Kyselytutkimuksessa kartoitetaan arkkitehdin näkökulma

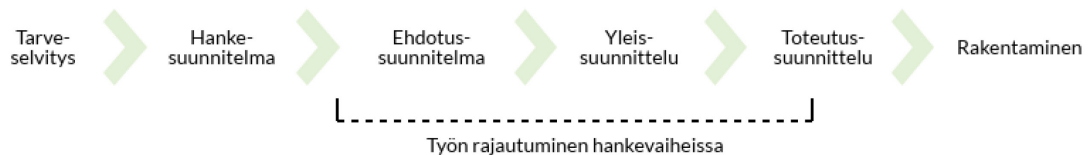
- Suunnitteluprojektin työläisiin vaiheisiin
- Tietomallihankkeen yleisiin haasteisiin
- Käytössä olevaan vakiointiin määrittelyjen, ohjeiden ja nimikkeistöjen muodossa

Kyselytutkimuksen tavoitteita ja menetelmiä kuvataan tarkemmin kappaleessa 3 ja vastauksiin perehdytään kappaleessa 4. Kyselyn vastaukset analysoidaan ja niitä peilataan kirjallisuuden käsityksiin (kappale 5), ja lopuksi aineistosta muodostetaan yhteenveto ja johtopäätökset.

1.5 Työn rajaus

Tutkimuksesta on rajattu pois tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheiden tehtävien käsittely sekä toteutussuunnittelun jälkeiset vaiheet (rakentaminen, käyttöönotto ja ylläpito), ja keskitytty arkkitehdin työn kannalta oleellisiin hankevaiheisiin. Arkkitehti osallistuu tarveselvitykseen harvoin ja hankesuunnitteluun lähinnä pääsuunnittelijan roolissa. Suunnittelu ja tiedon tuottaminen tapahtuu pääasiallisesti ehdotussuunnitteluvaiheesta toteutussuunnittelun loppuun, jolloin arkkitehdin tietomalli on laajalti valmis, eikä suuria muutoksia enää tehdä. Arkkitehdin työnkuvaa hankevaiheissa on käsitelty luvussa 2.3.

Kirjallisuuskatsauksessa tietomallintamisen hyötyjä ja haasteita käsitellessä rajaus on laajempi, jotta esimerkiksi mallintamisen hyödyistä työmaalla saadaan käsitys.



Kuva 4. Työn rajaus suhteessa rakennushankkeen vaiheisiin

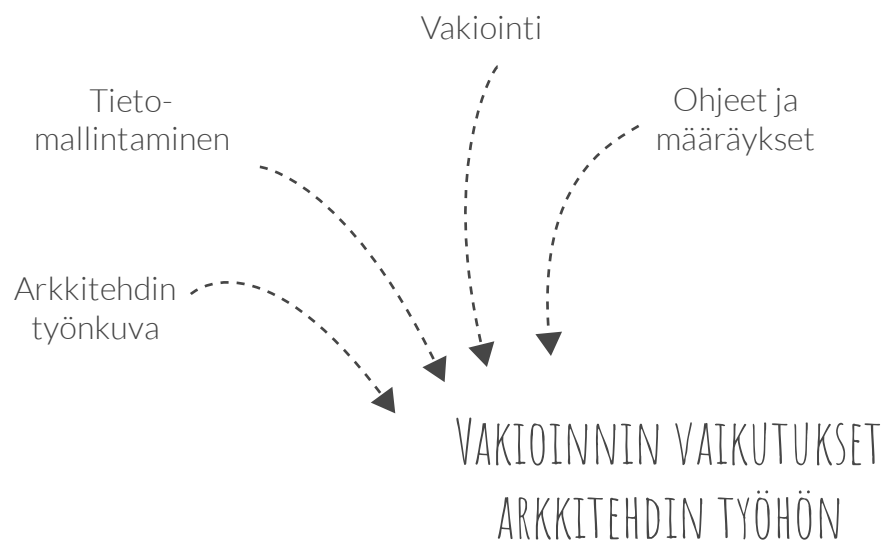
Tutkimuksessa ei käsitellä tietomallintamisen teoriaa tai historiaa, vaan oletetaan, että tietomallintaminen käsitteenä on lukijalle tuttu. Niin ikään ohjelmistotekniikka ja sen haasteet vakioinnin toteuttamisessa on rajattu tutkimuksen ulkopuolelle.

2. KIRJALLISUUSSELVITYS

Tässä kappaleessa tutustutaan alan kirjallisuuteen. Jotta tietomallinnuksen vakiointia arkkitehdin työhön vaikuttavana tekijänä voidaan tutkia, tutustutaan tässä kappaleessa työn kontekstiin: tietomallinnukseen, tietomallinnukseen kirjallisuudessa yhdistettyihin hyötyihin ja haasteisiin, joihin vakiointi voi vaikuttaa, tietomallinnusta käsittelevään ohjeistukseen eli vakioinnin nykytilaan sekä kirjallisuuden käsitykseen arkkitehdin tehtävistä ja vastuista hankkeen aikana.

Tarkoitus on siis muodostaa yleiskäsitys

- Tietomallintamisesta rakennushankkeen suunnittelun työkaluna
- Suunnitteluprosessin ja sen ohjauksen liittyvistä yleisistä haasteista
- Tietomallintamisen hyödyistä suunnitteluprosessissa
- Tietomallintamisen hyödyntämisen esteistä ja siihen liittyvistä haasteista
- Tietomallinnusta käsittelevästä ohjeistuksesta Suomessa
- Arkkitehdin työnkuvasta tavanomaisessa rakennushankkeessa



Kuva 5. Kirjallisuusselvityksen aiheet ja osa-alueet

Kappaleessa 2.1 käsitellään tietomallintamisen hyötyjä ja lupauksia sekä tutustutaan tietomallintamisen ongelmakenttään ja sen käyttöönoton haasteisiin. Kappaleessa 2.1.2 käsitellään suunnittelunohjauksen problematiikkaa. Kappaleessa 2.2 esitellään Suomessa

käytössä olevia tietomallinnusta helpottavia ja ohjaavia standardeja, ohjeita ja määrätyksiä. Kappaleessa 2.3 esitellään kirjallisuuteen pohjautuva kuvaus arkkitehdin työnkuvasta ja vastuista tavanomaisen rakennushankkeen piirissä, jaoteltuna hankevaiheittain.

2.1 Tietomallintaminen

Sanastokeskus TSK (2016, s. 51) määrittelee rakennuksen tietomallin tietomalliksi, joka mahdollistaa rakennustietojen vaihdon, jakamisen ja käytön. Se on kolmiulotteinen malli rakennettavasta rakennuksesta, sen osista ja komponenteista ja saattaa sisältää tietoja rakennusosien asennusaikatauluista, määristä ja kustannuksista (Tohmo 2015). Rakennuksen tietomallia pyritään hyödyntämään suunnitteluvaiheesta rakennuksen ylläpitoon (Mäki et al. 2012). Tässä työssä tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen tietomallia, ellei toisin mainita.

2.1.1 Tietomallintamisen hyödyt ja lupaukset

Tietomallintamisen hyötyjä ja mahdollisuuksia on käsitelty kirjallisuudessa paljon. Eastman et al. (2007, s. 16 – 21) jaottelee tietomallintamisen hyödyt hankevaiheittain esisuunnitteluvaiheen, suunnitteluvaiheen, rakentamisen aikaisiin ja rakentamisen jälkeisiin hyötyihin; tässä noudatetaan vastaavaa jakoa.

Ennen suunnittelun aloittamista tilaajan tai rakennuttajan on tutkittava, onko vaaditun kokoinen ja laatuinen rakennus mahdollista toteuttaa haluttuun paikkaan halutuilla aika- ja kustannusraameilla (Eastman et al. 2007, s. 16). Tietomallintaminen mahdollistaa tontti-investointivaiheessa tehtävän pikamassoittelun ja helpottaa ratkaisuvaihtoehtojen tarkastelujen (Katajamäki 2017, s. 60). Vaihtoehtojen analysointi ja erilaisten simulaatioiden tekemisen nopeus avaa mahdollisuuksia parempien ratkaisuiden löytämiseen (Azhar et al. 2009, s. 3), varsinkin kun niitä sovelletaan hankkeen aikaisessa vaiheessa (Eastman et al. 2007, s. 17). Suunnitteluvaihtoehtojen kustannusvaikutusten vertailua voidaan toteuttaa aikaisessa vaiheessa ja suhteessa tarkoilla määrätiedoilla (Teittinen 2009, s. 8), mikä mahdollistaa tehokkaan kustannusohjauksen, koska hankkeen kustannukset määräytyvät pääosin hyvin aikaisessa vaiheessa projektia (mm. Eastman et al. 2007, s. 99 ja 153). Simulaatioista on myös hyötyjä käyttäjäosapuolelle. Rakennuksen käyttötoimintaa voidaan simuloida jo aikaisessa vaiheessa ja sen suorituskykyä verrata asetettuihin tavoitteisiin läpi suunnitteluprosessin (Lemponen 2011, s. 40).

Suunnitteluvaiheessa suurimpia hyötyjä on tietomallintamisen havainnollisuus eli mahdollisuus tuottaa aiempaa aikaisemmassa vaiheessa aiempaa tarkempia suunnitelmien visualisointeja (Katajamäki 2017, s. 58; Eastman et al. 2007, s. 17). Havainnollisuus helpottaa markkinointia, auttaa hahmottamaan suunnitelmia, vähentämään väärinymmärtämisen määrää, auttaa suunnittelijoita hahmottamaan omaa työtään, parantaa valmistettavuuden ja toteuttavuuden arviointia sekä nopeuttaa työmaan käynnistämistä (Katajamäki 2017, s. 58 – 59; Azhar et al. s. 3; Korpela 2011 s. 26; Palos 2010 s. 33—35; Forsblom

2013, s. 33 ja 56). Myös laskennan tehokkuutta ja tarkkuutta voidaan parantaa pelkästään visuaalisen tarkastelun avulla (Kallio 2017, s. 102), mm. koska määrälaskija pääsee tutustumaan mallin kautta kohteeseen ja löytämään mahdollisia riskivaroja tarvitsevia rakennusosia (Teittinen 2009, s. 8). Havainnollisuudesta on hyötyjä läpi hankkeen; työmaalla se helpottaa asennustöitä ja antaa työryhmälle yksiselitteisen käsityksen halutusta toteutuksesta esimerkiksi talotekniikan sovittamisessa ahtaisiin paikkoihin (Katajamäki 2017, s. 58; Korpela 2011, s. 26 – 27).

Tietomallintaminen helpottaa suunnitteluryhmän yhteistyötä. Erikoissuunnittelijoiden osallistaminen hankkeen aikaisemmassa vaiheessa ja koordinoitu muutostenhallinta vähentää suunnitteluvirheitä ja -puutteita (Eastman et al. 2007, s. 17). Tietomallintaminen tukee hyvin mm. solmutyöskentelyä ja big room -työskentelymallia, jotka osaltaan mahdollistavat suunnittelun paremman laadun (Katajamäki 2017, s. 59 – 60). Tietomallintaminen helpottaa tiedon jakamista ja uudelleenkäyttöä (Azhar et al. 2009, s. 3). Tiedon uudelleenkäyttö tarkoittaa, ettei samaa tietoa tarvitse tuottaa prosessissa useaan kertaan. Rakennussuunnitteluprosessin aikana esimerkiksi samaa määrätietoa saatetaan usein tuottaa kuuteen (Laitinen 1998, s. 29) tai seitsemään (Tarpila 2016, s. 81) eri kertaan eri tahojen toimesta, koska kertaalleen laskettuja määriä ei jaeta osapuolten välillä tai niihin ei voida luottaa. Tietomallintamisen ja vakioinnin avulla mittauskertojen tarvetta on mahdollista vähentää (Kallio 2017, s. 103) ja yksittäiseen laskentaan kuluvaa aikaa pienentää (Tarpila 2016, s. 81).

Mallintaminen mahdollistaa erilaisten simulaatioiden, analyysien ja laskelmien käyttämisen suunnitteluprosessin aikana. Energia- ja hiilijalanjälkilaskemien teko helpottuu ja nopeutuu, jolloin niitä voidaan käyttää suunnittelun apuna ja sitä kautta parantamaa rakennuksen energia- tai ekotehokkuutta. Reikä tarkasteluiden tekeminen on mahdollista automatisoida. Palo- ja evakuointisimulaatiot voivat auttaa alentamaan kustannuksia paloluokitusten alenemisella. (Katajamäki 2017, s. 60; Eastman et al. 2007, s. 18). Simulaatioilla voidaan osoittaa myös yleisemmin rakennuksen määräysten mukaisuus ns. kompensatioperiaatteen mukaisesti tilanteissa, joissa suunniteltu rakennus ei täytä yksityiskohtaisten ohjeistusten asetuksia, mutta kokonaisuutena täyttää lain tai määräyksen vaatimukset (Lemponen 2011, s. 46).

Tietomallien hyödyntäminen vähentää hankkeen aikana tehtävää päällekkäistä työtä. Kallion (2017, s. 82) tutkimuksessa tietomallia käyttämällä määrämittaustyö väheni 46–86% suhteessa toimintatapaan ilman mallia. Ideaalitilanteessa työtä voitaisiin vähentää vielä lisää, kun hankintavaiheessa ei tarvitsi enää suorittaa määrämittausta tai mittausten tarkistusta, vaan voitaisiin käyttää aikaisemmin tuotettuja määriä. Määrälaskennan kokonaisaika on mahdollista vähentää noin 20% (Kallio 2017, s. 89).

Suunnitteluvirheiden aikaisempi havaitseminen johtaa siihen, että rakentamisvaiheessa työmaalle jää vähemmän suunnitteluratkaisuiden tekemistä ja vaikeita paikkoja. Myös riskipaikkojen tunnistaminen helpottuu (Katajamäki 2017 s. 59 – 60; Azhar et al. s 3;

Palos 2012 s. 47). Tietomallintamisen käyttäminen suunnitteluvirheiden ja törmäysten tarkastamiseen saattaa lisätä suunnitteluiteraatioiden määrää ja siten lisätä ajankäyttöä suunnitteluvaiheiden lopulla, mutta suunnitelmien kokonaisuuslaatu paranee, mikä johtaa mm. tarkempaan mallipohjaisuun määrä- ja kustannusarvioihin (Gerbov 2014, s. 85). Virheiden väheneminen parantaa työmaan tuottavuutta, kun purkamisen ja uudelleen tekemisen tarve vähenee. Chelson (2010) mainitsee tietomallinnuksen nostaneen työmaan tuottavuutta projektinhallinnasta riippuen 5 – 40%. Tietomallinnuksen käyttöönotto parantaa tuottavuutta mm. vähentämällä työmaan tietotarve-kyselyiden (Request for Information, RFI) määrää (jopa 90% suhteessa perinteiseen hankkeeseen), poistamalla uudelleen tekemisen tarpeen lähes kokonaan ja vähentämällä työmaalla huomatuista suunnitteluvirheistä johtuvien muutosten määrää (Chelson 2010, s. 209—220). Työmaan logistiikkaa on mahdollista parantaa, koska materiaalien tilausten oikea-aikaisuus ja kohdentaminen kerroksiin ja porraskäytäviin onnistuu paremmin (Katajamäki 2017, s. 61), ja toisaalta tehokkaamman aikataulutuksen myöden rakennusmateriaaleja ei tarvitse säilyttää työmaalla tarpeettomasti (Teittinen 2009, s. 8). 4D-mallinnus mahdollistaa nopeamman ja tarkemman aikataulutuksen työmaalla; varsinkin asennusaikojen tarkempi ennustaminen vähentää urakoitsijoiden tarvetta lisätä aikatauluihin ylimääräistä kompensaatia (Chelson 2010, s. 217 – 218). 4D-mallinnuksen hyötyjä työmaan riskien hallinnassa käsittelee myös mm. Ding et al. (2014), joiden mukaan työmaan työturvallisuuteen ja onnettomuuksiin liittyvä riskitaso nousee ja laskee työvaiheiden mukana ajan ja paikan funktiona; esimerkiksi perustuksia kaivaessa riskitaso on korkea, mutta laskee nopeasti, kun peruskerros on saatu rakennettua. Riskitaso voidaan esimerkiksi visualisoida 4D-mallissa ennakoivasti (Ding et al. 2014, s. 88). Asennussimulaatioilla voidaan lisätä työturvallisuutta ja välttää muutoin vasta toteutusvaiheessa havaittavia yllättäviä esteitä ja hidasteita (Katajamäki 2017, s. 61; Forsblom 2013, s. 64). Vaikeiden työkohtien tutkiminen etukäteen detaljien avulla säästää aikaa työntekovaiheessa; lisäksi niiden havainnollistaminen mallista auttaa työhön perehdyttämisessä (Paakki 2010, s. 55; Forsblom 2013, s. 65).

Mallin sisältö muuttuu ja rikastuu suunnittelun edetessä ja se jälkeen. Tietosisällön rikastuminen avaa paljon ovia tiedon keräämiseen ja analysointiin. On esimerkiksi mahdollista kartoittaa ja laskea rakentamisen aikana suunnitelmiin tehdyt muutokset sekä havaitut suunnitteluvirheet (Katajamäki 2017, s. 62). Suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana malliin lisättyä ja siihen kerääntynyttä tietosisältöä voidaan käyttää tilahallinnan apuna (Azhar et al. 2009, s. 3; Eastman et al. 2007, s. 20).

2.1.2 Suunnitteluprosessin ja -ohjauksen haasteet

Suunnittelun ohjaus on suunnittelijoiden aktiivista opastamista tavoitteiden mukaisten ja keskenään yhteensopivien suunnitteluratkaisuiden saavuttamiseksi (RT 13-10860 2005, s. 2). Kirjallisuudessa suunnitteluprosessia, sen ohjaamista ja näihin liittyviä haasteita on kuvattu paljon. Tässä yleiset, prosessiin liittyvät haasteet on eroteltu seuraavassa luvussa

käsiteltävistä, suunnittelumenetelmään eli tietomallintamiseen liittyvistä, mutta käytännössä nämä ongelmakentät ovat pitkälti limittyneet keskenään.

Suunnitteluprosessin johtamista haittaa systemaattisten ja vakioitujen toimintatapojen puute (Kruus & Kiiras 2007; Riihiluoma 2017 s. 14 ja 44; Karhu 2013, s. 36). Suunnitteluryhmä odottaa suunnittelun ohjaukselta selkeää ja hallittua tavoitteiden asettelua, selkeää vastuujakoa, järjestelmällisyyttä ja kokonaisuuden hallintaa (Tauriainen 2018, s. 34—35). Suunnittelun organisointi on vaikeaa, ja suunnitellusta suunnitteluprosessista poiketaan käytännössä usein (Kiiras et al. 2007, kts. Karhu 2013, s. 10).

Lähtötietojen puute on yksi perimmäistä ja yleisimmistä suunnitteluprosessin sujuvuutta haittaavista ongelmista (Tauriainen et al. 2006, myös mm. Riihiluoma 2017 s. 14 ja 39; Karhu 2013 s. 36; Virtanen 2018 s. 47—48). Tauriainen et al. (2006) mukaan eri suunnittelualojen edustajat eivät tunne toistensa suunnitteluprosesseja, eivätkä näin osaa arvioida tietotarpeiden kriittisyyttä, mikä osittain selittää lähtötieto-ongelmien yleisyyttä. Tämä voidaan nähdä osana laajempaa ongelmaa, suunnittelualojen ja -osapuolten välisen kommunikoinnin heikkoutta.

Suunnittelu-aikatauluihin liittyy monia ongelmia. Suunnittelu-aikataulujen kireys on yleistä (Tauriainen et al. 2016); niihin ei sitouduta (Virtanen 2018 s. 48) tai suunnittelua ei vaiheisteta tarpeeksi (Karhu 2013 s. 36). Liian tiukat aikataulut saattavat aiheuttaa mm. kiirehtimistä ja suunnitelmien laadussa tinkimistä (Virtanen 2018, s. 48; Korpela 2011, s. 46). Suunnittelutehtävien monimutkaisista riippuvuussuhteista johtuen yhden tehtävän myöhästyminen saattaa vaikuttaa moneen muun tehtävän suorittamiseen; näin syntyy häiriö prosessin virtauttamisessa (Tauriainen et al. 2016; Virtanen 2018, s. 48). Aikatauluongelmia aiheuttaa erityisesti suunnitelmien muuttaminen. Suunnitelmien muuttaminen on suurimpia suunnitteluprosessissa kustannuksia aiheuttava tekijöitä, ja niiden vaikutus kasvaa sen mukaan, mitä myöhemmässä vaiheessa muutoksia tehdään. Lisäksi muutosten toteuttamiselle varattua aikaa on usein hyvin rajallisesti (Riihiluoma 2017, s. 51). Tietomallihankkeessa projektipäällikön tai -johdon tulisi olla perehtyneitä tietomallintamiseen voidakseen arvioida suunnitteluryhmän mallinnustarpeiden laajuuksia ja ajankäytön realistisuutta (Tauriainen et al. 2016). Suunnitteluryhmä odottaa Tauriainen (2018, s. 34—35) mukaan aikatauluihin liittyen riittävästi suunnittelu-aikaa, yhteensovitettua suunnittelu- ja tiedonvaihto-aikataulua sekä oikea-aikaista päätöksentekoa ja sen aikatauluttamista. Tilaajan päätökset tulisi saada riittävän aikaisin ja päätöksentekoaikataulun tulisi näkyä lähtötieto-aikataulussa (Riihiluoma 2017, s. 41).

2.1.3 Tietomallintamisen ongelmakenttä

Haasteet suunnittelun aikana

Yhteistyökäytännöt

Mäki et al. (2012, s. 18) toteaa tutkimuksessaan tietomallintamisen hyödyntämisen suurimman haasteen liittyvän yhteistyökäytäntöihin ja siihen, että alalla käytetään yhä perinteisiä toimintatapoja. Vastaavasti Gerbov (2014, s. 43) esittää tietomallinnettavan hankkeen suunnittelijoiden kokevan kommunikaation puutteen suurimmaksi yhteistyön ongelmaksi. Muita Gerbov'n (2014, s. 85—86) esittämiä tietomallihankkeen ongelmia ovat

- Yhdistelmämallin alikäyttö
- Virheelliset lähtötiedot
- Laadunvarmistuksen puute
- Ohjeistusten puute
- Ongelmat ohjelmien ja formaattien yhteentoimivuuden kanssa
- Liikaa erilaisia ohjelmistoja
- Tietojen manuaalinen syöttäminen ja käsittely
- Ohjelmistotaitojen puute
- Suunnittelijoiden käyttämät erilaiset tietoformaatit ja -pohjat
- Suunnitelmien päivittämisen venyminen
- Vanhat tavat ja muutosvastarinta
- Suunnittelun ja mallintamisen erillisyyks

Yhdistelmämallin alikäyttö viittaa tietomallinnuksen käyttöönoton vaiheeseen ja siihen, että tiedonsiirto suunnitteluryhmän kesken perustuu pitkälti erillisten tiedostojen tuottamiseen, lataamiseen ja siirtämiseen. Suunnittelijat eivät työstä yhtä yhteistä tietomallia, jossa muutoksen ja revisiointi olisivat reaaliaikaisia ja kaikkien nähtävissä. Gerbov (2014, s. 85) asettaa tutkimiansa yritysten tietomallinnuksen käyttöönoton pääasiallisesti tasojen yksi ja kaksi väliin Succarin tietomallikypsyyden asteikolla. Succar (2009, s. 364—366) esittää neljä organisaation tietomallikypsyyden tasoa (*BIM maturity*, Taulukko 1).

Esi-BIM	Käytännön suunnittelu tehdään 2D-dokumentaation keinoin. Yhteistyökäytäntöjä hankkeen osapuolen välillä ei priorisoida. Osapuolten työkulut ovat lineaarisia, eikä niitä ole synkronoitu keskenään.
Taso 1	Suunnittelualat laativat alakohkaisia malleja, pääasiallisesti 2D-dokumenttien ja 3D-visualisointien tuottamiseen. Yhteistyökäytännöt ovat pääasiallisesti vastaavia kuin aiemmalla tasolla.
Taso 2	Suunnittelualat vaihtavat tietoa mallipohjaisesti. Tämä mahdollistaa mm. mallipohjaisen työmaan aikataulutuksen ja kustannuslaskennan. Työtä suunnittelualojen välillä ei vielä ole synkronoitu, mutta alojen, roolien ja hankevaiheiden rajat alkavat hämärtyä.
Taso 3	Tietomalleissa syntyy poikkitieteellisiä yhdistelmämallia. Tämä mahdollistaa eri alojen tietoa yhdistelevät analyysit ja simulaatiot projektin kaikissa vaiheissa. Suunnittelun, rakentamisen ja käytön näkökulmat suunnitellaan yhtä aikaa.

Taulukko 1. *Organisaation tietomallikypsyyden tasot (Succar 2009)*

Gerbov'n tutkimuksessa suunnittelualat vaihtoivat malleja keskenään Succarin tason 2 mukaisesti, mutta ohjelmistojen yhteensopimattomuus ja mallien laatuongelmat haittasivat prosessia. Mäki tutkijaryhmineen toteaa, että tietomalleja hyödynnetään pitkälti perinteisten suunnitelmien tavoin, eikä niihin liittyvä yhteistyö, osapuolten roolit tai toimintatavat ole radikaalisti muuttuneet. Vaikka tietomallintamista hyödynnettiin eri alojen suunnittelussa, suunnitelmien laadun tarkastamisessa, energia- ja olosuhdesimulaatioissa sekä määrälaskennan kautta hankinnoissa, kustannuslaskennassa ja aikataulusuunnittelussa, sellaiset mallintamiseen kohdistetut keskeiset odotukset kuten suunnitelmien varhaisempi tuottaminen ja suunnitteluvirheiden löytyminen ennen rakentamista, eivät toteutuneet (Mäki et al. 2012, s. 16). Tämä vastaa Gerbov'n käsitystä tietomallintamisen sijoittumisesta nykymittapuulla Succarin tasojen 1 ja 2 välimaastoon. Mäki et al. mainitseekin joitain esimerkkejä uusien ja vanhojen toimintatapojen sekoittumisesta. Esimerkiksi tarjouspyyntökäytäntö täydentyi mallista tuotetuilla määrätiedoilla ja kuvaotoksilla. Perinteisesti määrälaskennan on suorittanut tarjouksen antaja.

Kerosuo et al. (2015, s. 4–7) esittää tutkimuksessaan tietomallinnettavan rakennushankkeen neljä sosiaalista rajapintaa ja käsittelee näissä rajapinnoissa esiintyviä haasteita ja ongelmia. *Suunnittelualojen keskinäisissä rajapinnoissa* haasteellista on myös Kerosuon et al. mukaan mallien yhteiskäyttö. Suunnittelualojen keskinäinen mallien jako ei ole reaaliaikaista, ja yhteensovittamiskokouksissa yhdistelmämallista tuotettua virhelistaa ei nähty hyödyllisenä. Isot ja vakavat virheet hukkuivat pienten ja rakentamisen kannalta

turhien päällekkäisyyksien sekaan. Osa suunnittelijoista käytti tietomallintamista vain oman työnsä esittämiseen suunnittelukokouksissa.

Mallin laatuongelmat

Tietomallien hyödyntämisen edellytyksenä on se, että niiden sisältöön ja sen laatuun pystytään luottamaan. Mallin epäluotettavuus on ongelmallista ennen kaikkea määrälaskennassa, ja mikäli malliin ei voida luottaa, laskenta joudutaan tekemään dokumenteista mittaamalla. Tällöin tietomallin käyttämisestä saatavat hyödyt menetetään. Arkkitehtimallin yleisiä virheitä ovat nimeämisvirheet ja tapaukset, joissa oikeasta geometriasta huolimatta rakenne on mallinnettu väärällä rakennetyypillä. Ongelmallista on varsinkin, jos suunnittelu on toteutettu perinteisesti piirtämällä ja mallinnus tehty sen jälkeen. Silloin suunnitelmat ja malli voivat olla ristiriidassa keskenään, eikä laskennassa voida todeta, mikä on viimeisin ja luotettavin tieto (Kallio 2015, ks. Troberg 2015 s. 34—35; Tagg 2017, s. 98). Tietomallin tarkkuuteen, laatuun ja oikeellisuuteen liittyvät ongelmat ovat tietosisällön puuttumista suurempi ongelma, ja vaikuttavat suoraan määrälaskennan nopeuteen (Tagg 2017, s. 68—69).

Haasteet rakentamisen ja käytön aikana

Mallien laatu on ongelma myös rakentamisen aikana. Kerosuon et al. mukaan ongelmia suunnittelijoiden ja työmaan välillä aiheutti se, ettei tietomalleja laadita työmaan käyttöä silmällä pitäen, eikä niiden tietosisältö vastannut työmaan tarpeita. Mallit jaettiin työmaalle virheellisinä ja myöhässä. Työmaa joutui käyttämään useita malleja ja useita ohjelmistoja. Lisäksi tietomalleja käsitteli lähinnä työmaan johto, eivät aliurakoitsijat tai työmaan työntekijät. Johto välitti tietoa mallista asentajille (Kerosuo et al. 2015, s. 5, 7). Myös Korpelan (2011, s. 15, 55—56) tutkimuksessa todettiin suunnitelmien ja mallien laadun olevan riittämätön työmaan tarpeisiin; mm. detaljitietoja puuttui ja reikä tiedot eivät olleet oikein. Suunnittelumuutokset aiheuttivat häiriöitä työmaan käytännön työssä, ja lisäksi niiden päivittäminen malliin oli hidasta. Määriä saatetaan joutua aikataulullisista syistä laskemaan piirustuksista, koska ne ovat usein työmaalla käytössä ennen mallia, vaikka piirustusten ja mallin julkaisuhetken tulisikin olla yhtenevä (Uusitalo 2013, s. 26; Korpela 2011, s. 54).

Suunnittelijoiden ja ylläpidon välisessä rajapinnassa Kerosuon et al. (2015) mukaan ongelmallista oli käytettävän tietotekniikan yhteensopimattomuus. Rakentamisen aikaisia muutoksia ei Kerosuon tutkimuksessa aina päivitetty malleihin, eikä tietomalleja käytetty rakennuksen ylläpidon aikaisessa tiedonsiirrossa. Samanlaiseen havaintoon on aikaisemmin päätenyt myös Mäki et al. (2012, s. 17).

Neljäntenä rajapintana Kerosuo nimeää *asiakkaan ja käyttäjien välisen rajapinnan*. Käyttäjiä (laitosten/yritysten työntekijät, asukkaat yms.) ei usein ole olemassa rakennushankkeen aikana, joten nämä eivät siten pysty juuri vaikuttamaan suunnitteluprosessiin. Tietomalleja käytettiin lähinnä visualisointiin ja rakennuksen esittelyyn (Kerosuo et al. 2015, s. 7).

Yleiset haasteet

Tietomallintavaan rakennussuunnitteluprosessiin liittyy perinteisestä työtavasta poikkeavia käytäntöjä ja yhteistyömalleja. Näiden on todettu vaativan uudenlaisia sopimusmalleja, joilla on vaikutuksia osapuolten yhteistyösuhteisiin (ks. Mäki et al. 2012, s. 4 ja 18; Succar 2009, s. 365). Tietomallintamiseen yhdistettäviä lainsäädännöllisiä riskejä liittyy tietomallien omistamiseen, mallinnuselementtien käyttöön ja lisensointiin sekä vastuuseen mallin virheistä ja sen päivittämisestä (Azhar et al. 2009, s. 8; Chien et al. 2014, s. 5; Teittinen 2009, s. 8). Chien et al. (2014, s. 5) suorittamassa kirjallisuusanalyysissä todettiin lisäksi tietomallintamiseen liittyvien vakuutuslinjausten ja kiistatilanteiden selvittelymekanismien olevan epäselviä. Lainsäädäntö ja käytössä olevat sopimusmallit eivät ota kantaa tietomallintamiseen tai tunne sitä terminä. Lisäksi mallien ja niiden sisältämän tiedon jakaminen on suunnitteluprosessin kannalta ehdottoman tärkeää, mutta tekijänoikeudellisia tekijöitä ei useinkaan oteta suunnittelusopimuksissa huomioon. Sopimusteknisiä ja omistajuuteen liittyviä haasteita sekä ratkaisuja, kuten ennakoivaa sopimista (proactive contracting) on käsitelty muualla (ks. esim. Silius-Miettinen & Kähkönen 2017; Silius 2013; Silius-Miettinen 2011).

Yhtenä ongelmien lähteenä tai taustavaikuttajana voidaan pitää sitä, ettei tietomallinnettavan hankkeen läpivientiin ole olemassa vakiintunutta toimintatapaa tai yleistä kuvausta. Vakiintuneen mallinnustavan ja prosessikuvauksen puute on havaittu kirjallisuudessa (mm. Tohmo 2015, liite 8, s. 2; Lassila 2016, s. 28—31; Karhu 2013, s. 45; Troberg 2015, s. 27—28; Palos 2010, s. 50; Chien et al. 2014, s. 5). Systemaattisten ja vakioitujen toimintatapojen puute haittaa suunnitteluprosessin johtamista yleisesti, eikä ongelma ole sidottu tietomallinnukseen, kuten aikaisemmassa luvussa todettiin. Käsitykset tietomallinnettavan hankkeen sisällöstä vaihtelevat. Tästä syystä hankkeen tehtävät ja niiden vastuulliset suorittajat tulisi määritellä tarkasti. Tohmo (2015) toteaa, ettei tehtäviin liittyvää vastuuta tulisi jakaa suunnitteluryhmälle, vaan vastuiden tulisi olla yksilöitävissä. Vastuut ja hankekohtaiset tietomalliohjeet tulisi myös määritellä jo suunnittelutarjoustien yhteydessä, sillä sopimusten jälkeen määrittelemisen johtaa helposti taloudellisiin erimielisyyksiin tilaajan ja suunnittelijoiden välillä. Tämä vaatii tilaajalta tai tilaajan edustajalta ammattitaitoa ja osaamista tietomallien käyttötarkoituksen määrittelemiseen ja tietomalliohjeiden laatimiseen.

Gerbov (2014, s. 85) toteaa, että tämän hetken tietomallinnuksen tuottamat hyödyt realisoituvat pääasiassa kustannussäästöinä tilaajalle.

2.2 Tietomallinnusohjeet ja -standardit Suomessa

Suomessa tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun ja mallintamisen ohjaukseen on olemassa sekä yleisiä että täydentäviä ohjekokonaisuuksia. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -ohjekokonaisuus on laajin yleinen ohjeistus. Sitä täydentämään useimilla rakennusliikkeillä, kaupungeilla, tilakeskuksilla ja muilla suurilla tilaajaorganisaatioilla on omat, yrityskohtaiset ohjeensa. Joillakin suunnittelualoilla, kuten elementtisuunnittelun puolella, on laadittu tarkkoja, tietomallien sisällön vakiointiin tähtääviä ohjeistuksia. Arkkitehtimallien sisällön yhtä tarkkaan vakioimiseen pyrkiviä kehityshankkeita ei ole toteutettu (mm. Kallio 2017, s. 17—18).

Näiden lisäksi laaditaan hankekohtaisia ohjeistuksia.

2.2.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (myöhemmin YTV 2012) on Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten pohjalta vuosina 2011—2012 päivitetty ohjekokonaisuus. YTV 2012 sisältää 14 osaa ja 4 täydentävää liitettä, joista arkkitehtisuunnittelijalle erityisen tärkeitä ovat Osat 1—3 (Yleinen osuus, Lähtötilanteen mallinnus ja Arkkitehtisuunnittelu) sekä YTV2012 Täydentävä liite ARK Tilaaajan ohje. Osissa kuvataan tietomallintamista ja tietomallihankkeen kulkua yleisesti ja suunnittelualakohtaisesti ja annetaan ohjeita mallinnustarkkuudesta ja -tavoista.

YTV:n dokumentit ovat luonteeltaan ohjeistuksia. Niissä käsitellään esimerkiksi, milaista tietoa määrälaskija arkkitehdin mallista tarvitsee, mutta tiedon muotoa ei tarkemmin määritellä tai standardisoida. YTV 2012 ei pääosin ota kantaa käytettäviin suunnitteluhjelmistoihin, vaikka joitakin suurempia ohjelmistoteknisiä asioita nostetaankin esiin.

2.2.2 Elementtisuunnittelun mallinnusohje BEC 2012

Betonielementtien suunnittelua, mallinnusta ja tiedonsiirtoa käsittelevä ohjeistus julkaistiin vuonna 2012 betonielementtiteollisuuden, rakennesuunnittelijoiden ja Tekla Oyj:n yhteistyön tuloksena BEC-hankkeessa. Ohjeiden tarkoituksena on määritellä rakennemallin tietosisältö, yhtenäistää suunnittelu- ja mallinnuskäytäntöjä ja sitä kautta edesauttaa elementtien tietomallien hyödyntämistä (Kautto 2012, s. 4; Salmela 2013). Vakioitu tietosisältö antaa valmiudet luotettavan määrätiedon saamiseen suoraan mallista. Lisäksi työmaa käyttää tietomallia mm. aikataulutuksen tekemiseen, logistiikan hallintaan ja organisoitiin (Kautto 2012, s. 7). Tietosisällön määrittelyn lisäksi ohjeissa otetaan kantaa tiedonsiirtoon, mallin luovutukseen, sopimuksiin ja aloituskokouksessa käsiteltäviin asioihin.

2.2.3 Hankekohtaiset ohjeet

Tietomallihankkeissa laaditaan hankekohtaisia ohjeita. Tohmon (2015, liite 8, s. 2—3) mukaan tietomallintamisen tehtävien määrittely on tehtävä, koska sekä mallien käyttökohteet että osapuolten käsitykset siitä, mitä tietomallinnettava hanke sisältää, vaihtelevat. Tehtävien tarkka määrittely johtaa tarkempiin suunnittelutarjouksiin ja vähentävät tulkinnanvaraisuutta. Tämä on tehtävä tilaajan tai tämän edustajan toimesta, koska suunnittelijat eivät ole keskenään sopimus- tai vastuusuhteessa. Tohmo määrittelee kolme hankkeen mallintamista määrittelevää dokumenttia:

- Tietomallistrategia, joka laaditaan ensimmäisenä
- Tietomalliohjeet, jotka tehdään ennen suunnittelutarjouspyyntöjen lähettämistä
- Tietomallintamisen aloituspalaveri, joka pidetään suunnittelusopimusten solmimisen jälkeen, mutta ennen kuin tietomallintaminen on aloitettu

Tauriaisen (2018, s. 36) mukaan rakennushankkeen ja rakennuksen käytönaikaiset tietomallitavoitteet tulee määritellä yhdessä eri toimijoiden mukaan. Suunnitteluryhmä suunnittelee tietomallinnuskäytännöt näiden tavoitteiden saavuttamiseksi, ja suunnittelun tulos dokumentoidaan hankekohtaiseen tietomalliohjeeseen.

Yleisten tietomallivaatimusten osan 11 (*Tietomallipohjaisen projektin johtaminen*, RT 10-11076 2012) mukaan hankkeen valmisteluvaiheessa tulee tehdä päätös tietomallintamisen tavoitteista, käytöstä ja käytön laajuudesta. Malleista laadittavat kustannusarviot, havainnollistamiset, analyysit ja simuloinnit sekä rakentamisvaiheen tehtävät sovitaan aina projektikohtaisesti. Myös laadunvarmistuksen menettelyt suunnitellaan erikseen (s. 4). Nämä tavoitteet ja menettelyt tekee tilaajan hankkeen alkuvaiheessa nimeämä, riittävän pätevä ja osaava tietomallikoordinaattori, joka huolehtii tietomallinnussuunnitelman laadinnasta ja eri suunnittelualojen mallinnustehtävien koordinoinnista (s. 7). Tietomallinnussuunnitelmassa määritellään tietomallintamisen tavoitteet ja käyttötarkoitukset suunnittelun, rakentamisen sekä käytön ja ylläpidon aikana, tietomallintamisen vastuhenkilöt rooleittain (tietomallikoordinaattori, suunnittelualakohtaiset vastuuhenkilöt jne.), yhteistyömenettelyt ja kokouskäytännöt, laadunvarmistukseen liittyvät menettelyt, mallintamisen periaatteet kuten noudatettavat standardit ja tiedonsiirron muodot, käytettävät ohjelmistot, toteumamallien laadinnan periaatteet ja vastuut sekä mallien luovutukseen liittyvät ehdot (RT 10-11076 2012, liite 1).

Käytännössä toimintamalleja ja toteutusvaihtoehtoja tietomallihankkeen läpiviennille ja ohjeistukselle on monia. Tohmon (2015, s. 119—120) haastattelututkimuksessa jopa YTV 2012:n toimivuuteen ja tietomalliohjeiden noudattamisen tärkeyteen löytyi vaihtelevia suhtautumisia, ja haastatelluilla oli omia, eriäviä mielipiteitä toimivimmista mallintamisen prosesseista. Tohmo toteaa, että koska erilaisia ja oikeaksi koettuja suoritustapoja on monia, selkeän ohjeistuksen tärkeys korostuu, jotta tilaajan asettamiin tavoitteisiin voidaan tehokkaasti päästä.

Hanke- tai tilaajaorganisaatiokohtaisia ohjeistuksia laativat erityisesti suuret toimijat, kuten rakennusliikkeet (mm. Troberg 2015) ja kaupunkien ja kuntien tilakeskukset (Tietomalliohje suunnittelijoille, Tampereen kaupunki 2016; Ohjeita suunnittelijoille, Vantaan kaupunki 2016; Uudisrakennusten suunnitteluohje, Helsingin kaupunki 2017). Tietomallinnusohjeet ovat tarkkuudeltaan ja laajuudeltaan vaihtelevia, osassa tietomallinnus on käsitelty yleisen suunnitteluohjeen yhteydessä lyhyessä kappaleessa viittauksena YTV 2012 -ohjeisiin, toisissa tietomallintamisen tarkoitus, käyttökohteet ja vastuut on eritelty suhteellisen laajasti omassa dokumentissaan.

2.3 Arkkitehdin toimenkuva tietomallinnettavassa rakennushankkeessa

Tässä osiossa kuvataan yleisluontoisesti arkkitehdin vastuut ja tehtävät tietomallihankkeessa hankevaihekohtaisesti, siten kuin ne kirjallisuudessa esitetään. Päälähteenä käytetään vuoden 2013 tehtäväluetteloita ja niissä esiteltyjä tehtäväkokonaisuuksia. Osio keskittyy uudisrakennettavaan ja tietomallinnettavaan projektiin, ellei toisin mainita. Hankevaiheiden käsittely on rajattu suunnittelun valmistelusta (vaihe C) toteutussuunnitteluun (vaihe G), arkkitehdin työn pääpainopisteisiin.

On huomattava, että käytännössä tehtäväkokonaisuudet eivät etene lineaarisesti vaiheesta toiseen. Lassila (2016, s. 82) toteaa hankkeen suunnittelualojen suunnittelutehtävien ja niiden välisten riippuvuussuhteiden muodostavan pikemminkin verkon kuin suoraviivaisen ketjun, millaisena ne usein kaavioissa esitetään. Suunnittelutehtävien ajallinen, täsmällinen optimointi on haastavaa, sillä tehtäviä suoritetaan ja suunnitellaan limittäin ja samanaikaisesti (Riihiluoma 2017, s. 44).

2.3.1 Suunnittelun valmistelu

Rakennushankkeen suunnittelun valmisteluvaiheessa organisoidaan ja käynnistetään suunnittelu ja laaditaan suunnittelusopimukset (RT 10-11284 2017, s. 10). Arkkitehdillä on tehtäviä lähinnä pääsuunnittelijan roolissa, mikäli arkkitehti hankkeessa pääsuunnittelua hoitaa. Valmisteluvaiheessa pääsuunnittelija varmistaa, että suunnitteluajataulussa suunnittelulle on varattu tarpeeksi aikaa. Pääsuunnittelija huolehtii, että suunnittelun lähtötiedot ovat käytettävissä, ristiriidattomat ja ajantasaiset, ja saattaa nämä suunnittelijoiden tietoon. Lähtötietoihin lukeutuvat kaavan ja rakennusjärjestyksen vaatimukset, mahdolliset suojelumääräykset, rakennuspaikan olosuhteet ja niistä mahdollisesti tehdyt selvitykset, hankkeen tilaohjelma, aikataulu ja toteutusmuoto (RT 10-11108 2013, s. 4–6). Hankesuunnitelman tiedot ovat suunnittelun aloitukselle välttämättömiä, ja keskeneräinen tai riittämätön hankesuunnitelma viivästyttää suunnittelun aloitusta (Lassila 2016, s. 60). Lisäksi korjaus- ja muutostöissä lähtötietoja ovat rakennukset kuntotutkimus ja sen historiallisten ja rakennustaiteellisten ominaisuuksien selvitys (RT 10-11108 2013, s. 4–

6). Korjaus- tai muutoshankkeissa kohteesta laaditaan tarvittaessa inventointimalli (RT 10-10992 2010, s. 9).

2.3.2 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheen tarkoitus on löytää ja hyväksyä suunnitteluratkaisu, joka parhaiten täyttää sille asetetut toiminnalliset, taloudelliset, esteettiset, tekniset ja ympäristölliset tavoitteet (RT 10-11284 2017, s. 15). Arkkitehdin tehtävä on hahmotella ehdotuksia rakennuksen yleisratkaisusta. Tähän kuuluu tontinkäyttövaihtoehtojen ja toiminnallisten ratkaisuiden tutkiminen, tilaohjelmaan kuuluvien ja kuulumattomien tilojen selvittäminen sekä niiden jakautuminen kerroksiin, osastoihin ja tilaryhmiin sekä ehdotusten laatiminen alustavista julkisivuista ja niiden materiaaleista. Arkkitehti tietomallintaa kohteen sovittuun tasoon ja laatii alustavan rakennustapaselostuksen (RT 10-11109 2013, s. 8).

Arkkitehti mallintaa ehdotussuunnitteluvaiheessa tontin mallin, massamallivaihtoehtoja ja tilaryhmämallin (RT 10-10992 2010, s. 9). Tilaryhmämalliin mallinnetaan tilat tai tilaryhmät sekä mahdollisesti kaupunkikuvallista tarkastelua varten rakennuksen vaippa: luonnosmaiset ulko- ja väliseinät kerroksittain sekä vesikatto. Tiloille määritellään tilatyyppejä tai tilan nimi, huoneala sekä tilan korkeus. Tilat on jaettava tilaohjelman mukaisiin toiminnallisiin tiloihin (kuten toimisto, varasto, yleinen alue), vaikka ne olisivatkin fyysisesti yhtä kokonaisuutta. Mallista tuotetaan pääasiallisesti pinta-ala- ja tilavuustietoja. Näitä ovat tilatyyppit pinta-aloineen, nettopinta-ala, bruttopinta-ala, kerrospinta-ala, vaipan ala, kokonaistilavuus sekä ulkoseinälinjan pituus (Tuuhela 2010, s. 16—17; RT 10-11068 2012, s. 12). Tiloilta ja tilaryhmiltä vaadittavia tietoja ovat tilan tunnistetieto tai numero, tilan sijainti, tilan käyttötarkoitus (kuten toimistotila), tilan nimi sekä huone- ja huoneistoala. Tilaan voidaan sisällyttää tilan käyttäjän tunnistetieto, mikäli käyttäjä on tiedossa. Huoneistoala lasketaan standardin SFS 5139 (RT 12-11055) mukaan (RT 10-11068 2012, s. 13—14). Päätöksenteon tueksi ehdotuksista tuotetaan havainnollistamis- ja visualisointimateriaalia (RT 10-10992 2010, s. 9) sekä mahdollisia energia-analyysejä (RT 10-11068 2012, s. 12—13). Energiasimulointeja varten arkkitehdin on mallinnettava tilaryhmämalliin ikkuna-alueet. Simulointeja varten tärkeää on ikkunoiden koko, niiden sijainnit voivat olla suuntaa-antavia.

Trobergin (2015, s. 27) mukaan Skanskan asuinkerrostalojen ehdotussuunnitteluvaiheessa pyritään peruserroksen suunnittelemiseen ja kuntoon saattamiseen. Tyypikerroksen pohja tarkastetaan sitten tehokkuuslukujen, asuntoplaanien ja rakennettavuuden kannalta ennen suunnittelun jatkamista. Ehdotusvaiheeseen kuuluu lisäksi julkisivujen päämateriaalien määrittely sekä mahdolliset viranomaiskäsittelyt, kuten rakennusvalvonnan ennakkotarkistus ja suunnitelmien esittely kaupunkikuvaneuvottelussa.

Ehdotusvaiheen tietomallinnusta suorittaa pääasiassa arkkitehti. Asuntohankkeen ehdotussuunnitteluvaiheen malli sisältää asuinhuoneistot, portaat, porrashuoneet ja -käytävät,

hissikuilut ja parvekkeet sekä julkisivut aukotuksineen. Rakenne- ja LVI-suunnittelijat osallistuvat pääosin suunnitelmia kommentoimalla (Troberg 2015, s. 29).

2.3.3 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa valittu ehdotussuunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi. Arkkitehti jakaa rakennuksen kiinteisiin ja muuntuviin tilaosiin. Kiinteitä tilaasia ovat runkorakenteet ja kiinteiksi suunnitellut tilat, muuntuvia kevyet rakenteet ja muutosjoustavat tilat (RT 10-11109 2013, s. 10—11). Yleissuunnitteluvaihe tähtää rakennusluvan hakemiseen, joten suunnitelmien ja mallin on sisällettävä viranomaiskäsittelyyn ja energialaskelmien tekemiseen vaadittava tieto (RT 10-10992 2010, s. 10). Yleissuunnitteluvaiheen tavoitteena on lukita päätöksillä suunnittelun suuret linjat (Lassila 2016, s. 103). Tietomallihankkeen sisällöntuottamisen pääpaino sijoittuu yleissuunnitteluvaiheeseen (Tuuhea 2010, s. 14).

Arkkitehti suunnittelee oman osuutensa rakennuksen talo-osista. Perustus- ja runkoratkaisut suunnitellaan yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa. Arkkitehti suunnittelee julkisivut, julkisivun rakenteet, pinnat ja talo- ja tekniset varusteet yhdessä erikoissuunnittelijoiden kanssa. Vesikatto, sen tekniset ratkaisut ja huollon periaatteet suunnitellaan yhteistyössä talotekniikka- ja rakennesuunnittelijoiden kanssa. Järjestelmien vaatimien reittien ja varausten yhteensopivuus runkoratkaisun, julkisivujen ja vesikaton kanssa varmistetaan muiden suunnittelijoiden kanssa (RT 10-11109 2013, s. 10).

Arkkitehti laatii alustavan rakennusosamallin (Tuuhea 2010, s. 18) ja suunnittelee kiinteistön kiinteät ja muuntuvat tilaosat, näiden perustason, rakenteet ja rakennetyypit, varustelun ja pinnat, sekä suunnittelee tilojen paloluokat ja poistumistiet (RT 10-11109 2013, s. 11). Erityissuunnittelijat tarvitsevat arkkitehdilta tilaratkaisuja ja -teemoja oman suunnittelunsa lähtötiedoiksi heti yleissuunnitteluvaiheen alussa (Lassila 2016, s. 54). Suunnitelmista tehdään pinta-ala- ja tilavuuslaskelmat (RT 10-11109 2013, s. 11), ja mallista on pystyttävä laskemaan ehdotussuunnitteluvaiheen kerroksittaiset pinta-alat ja määrittämään seinärakenteet ja niiden paksuudet, laattapaksuudet, rakennetyypit ja niiden määrä sekä erikoispaikat. Ovet, ikkunat ja muut komponentit on voitava pystyä erittelemään perustyyppeihin ja näille on määritettävä paloluokka (Tuuhea 2010, s. 18—19). Komponentit voidaan alustavassa rakennusosamallissa mallintaa liittymämitoilla, eikä todellisia sovitusvaroja tarvitse huomioida. Käytetty mallinnustapa on dokumentoitava tietomalliselostukseen. Ikkunoiden ja ovien toiminnallisesti erilaiset perustyyppit tulee pystyä tunnistamaan toisistaan, mutta varsinaisia tyyppi- tai heloitustunnuksia ei tarvitse mallintaa. Rakennusosat tyyppitetään ja ulkoseinät, kantavat ja kevyet sisäseinät tulee erottaa toisistaan (RT 10-11068 2012, s. 17).

Lassila (2016, s. 102—119) jakaa tutkimuksessaan yleissuunnitteluvaiheen kymmeneen etappiin, joista viimeinen (Y10) päättyy rakennusluvan hakemiseen. Etapit otsikoineen on esitetty taulukossa alla.

- Y1 Lähtötietojen tarkistus ja analysointi
- Y2 Suunnittelun koordinointi, organisoituminen ja lähtötietojen täydennys
- Y3 Layout: Tilateemat
- Y4 Energia ja kustannus: Tavoitetarkastelu
- Y5 Rakenneratkaisut ja TATE-järjestelmät: valinnat
- Y6 TATE-tilat ja pääreitit
- Y7 Virtuaaliset mallihuoneet: Tyyppitilat ja erityisalueet
- Y8 Suunnittelijat ja käyttäjä: Layoutin tarkastelu
- Y9 Analysointi ja muutokset: Layoutin lukitseminen
- Y10 Rakennuslupa

Kaksi ensimmäistä etappia sisältävät suunnittelua valmistelevia vaiheita. Arkkitehti aloittaa tilamallintamisen etapissa Y3. Tässä vaiheessa luonnostellaan tilasijoittelua ja määritellään tavoitteelliset tekniset tilat ja -tilavaraukset ja alustava palotekninen suunnitelma. Etapin lopussa käyttäjän tulee hyväksyä alustavat tilasuunnitelmat. Etapin Y4 energiatarkastelussa arkkitehti tarkentaa suunnitelmiaan energiavaikutusten selvityksessä. Kiinteät tilaosat lukitaan etapissa Y5. Etapissa Y6 TATE-suunnittelija tekee pääreittien ja teknisten tilojen tilavarauksista ehdotuksen. Arkkitehti mallintaa tilavaraukset omaan malliinsa. Tyyppitilat ja erityisalueet määritellään ja suunnitellaan tarvittavaan tarkkuuteen etapissa Y7. Etapissa varmistetaan, että tilavaraukset ovat riittäviä kokonaisuuden ja rakennettavuuden puolesta. Tietomallikoordinaattori yhdistää, tarkistaa ja havainnollistaa mallitilojen suunnitelmat. Etapissa Y8 lukitaan tilasuunnitelma kokonaisuudessaan. Viranomaisneuvottelut suoritetaan viimeistään tässä vaiheessa. Etappi Y9 on varattu mahdollisiin käyttäjän ja kustannuslaskennan vaatimusten mukaisiin muutoksiin. (Lassila 2016, liite 2).

2.3.4 Rakennuslupa

Rakennuslupatehtävissä laaditaan hyväksyttävä lupahakemus asiakirjoineen ja lupamennettelyineen (RT 10-11284 2017, s. 17). Arkkitehti laatii pääpiirustukset ja muut hakemukseen tarvittavat asiakirjat (RT 10-11109 2013, s. 12). Pääsuunnittelija huolehtii, että erityissuunnitelmat on laadittu ja toimitettu rakennusvalvontaviranomaiselle, energiatoimisto on laadittu ja liitetty energiaselvitykseen ja osallistuu mahdolliseen aloituskokoukseen (RT 10-11108 2013, s. 9).

Alustava rakennusosamalli hyväksytään ja sitä tarkennetaan. Hyväksytyyn malliin mallinnetaan koteloinnit ja alakattojen korkeusasemat. Tilat sisältävät tiedon sisältämistään pintakäsittelyistä ja materiaaleista, esimerkiksi viittauksena rakennustapaselostukseen. Rakennuslupadokumenttien vaatimukset määrittävät mallin yleisen tarkkuustason (Tuusula 2010, s. 20).

2.3.5 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaihe tähtää yleissuunnitelman jatkokehittämiseen rakentamista ja hankintaa varten. Arkkitehdin tehtäviin kuuluu alueen suunnittelu (pihasuunnittelu), purkujen ja väliaikaisten järjestelyiden suunnittelu, talo- ja tilaosien tarkempi suunnittelu sekä mitoitus, toteutusta palvelevien laskelmien laatiminen sekä rakennusselostusten tekeminen (RT 10-11109 2013, s. 14—15).

Pihasuunnittelu sisältää yksityiskohtaisen käyttösuunnitelman ja maaston korkeusasemat, erityissuunnittelijoiden kanssa yhteistyössä laaditut liikenneratkaisut, talovarusteiden ja pihakalusteiden sijoittamisen sekä tukimuurien, terassien, katosten, portaiden ja istutusten suunnitelmat. Arkkitehtisuunnitelmat mitoitetaan ja erillisrakenteista (kuten parvekkeet, terassit, kaiteet ja katokset) laaditaan piirustukset. Ikkunoista, ovista ja erityisikkunoista ja -ovista laaditaan kaaviot, joissa esitetään tyyppidetallit, määräluettelot ja heloitus. Kiinteät tilaosat, märkätilat, keittiöt ja väestönsuojatilat suunnitellaan, mitoitetaan ja niille laaditaan periaatetasoiset kalustussuunnitelmat. Kiinteät kalusteet, varusteet, laitteet ja opasteet suunnitellaan periaatetasolle. Arkkitehti laatii huone- ja pintakäsittelyselosteet (RT 10-11109 2013, s. 14).

Toteutussuunnitteluvaiheessa alustava rakennusosamalli täydennetään rakennusosamalliksi. Rakennusosamalliin viitataan joskus myöskin termillä tuoteosamalli. Tähän vaiheeseen sisältyy edellisestä vaiheesta mallintamatta jääneiden elementtien, kuten kaksoisjulkisivujen, hoitotasojen, kulkurakenteiden ja pystyhormien mallintaminen. Ovien ja ikkunoiden tarviketiedot esitetään ovi- ja ikkunakaavioissa ja yleiset laatuvaatimukset rakennusselityksessä. Vaiheen lopuksi kaikkien suunnittelualojen mallit yhdistetään yhdistetyksi rakennusosamalliksi, joka tarkastetaan ja hyväksytään. Mallin avulla varmistetaan työmaan kriittiset vaiheet (Tuuhea 2010, s. 20—21; RT 10-11068 2012, s. 17—20; Palos 2010, s. 28).

2.3.6 Toteutussuunnittelun jälkeen

Toteutussuunnitteluvaihetta seuraa tuote- ja järjestelmäosasuunnittelu sekä rakentamisvaihe (RT 10-11109 2013, s. 18). Arkkitehtimallin rakentamisen aikainen tarkkuustaso tulisi sopia erikseen työmaan tarpeiden mukaisesti (RT 10-11068 2012, s. 21). Toteutussuunnittelun ja rakentamisen jälkeen vastaanottovaiheessa hyväksytty rakennusosamalli päivitetään toteumamalliksi (as-built) (Tuuhea 2010, s. 22) niin, että sitä voidaan käyttää tilahallinnon, kiinteistön ylläpidon ja käytönaikaisten muutosten pohjana. Tietosisällöltään toteumamalli vastaa rakennusosamallia (RT 10-11068 2012, s. 21).

2.4 Vakiointi

2.4.1 Vakiointi yleisesti

Vakiointi tarkoittaa palvelun tai palveluprosessin osien kehittämistä monistettavaksi tai toistettavaksi jonkin järjestelmällisen menetelmän tai teknologian avulla. Vakioinnilla pyritään tehokkaampaan, kannattavampaan ja tasalaatuisempaan palvelutuotantoon, kun vakioituja osia voidaan toistaa usealle asiakkaalle samalla tavalla. Vakiointi voi kohdistua tarjottaviin tuotteisiin tai palveluihin tai toisaalta niiden tuottamiseen liittyviin prosesseihin. Esimerkiksi arkkitehtipalvelun sisältö ja lopputulos vaihtelevat tilauksen ja toimeksiannon mukaan, mutta toimintatavat, työkalut ja menetelmät voivat olla vakioituja (Jaakkola et al. 2009, s. 19).

Vakioinnin työkaluna käytetään jotain systemaattista menetelmää. Tavoitteena on suunnitella ja mallintaa palvelun vaiheet ja toimintatavat niin, että prosessi tai joitain sen osia voidaan toteuttaa asiakkaalta toiselle samalla tavalla. Tämä lisää tehokkuutta, nostaa laatua ja vähentää palvelun henkilösidonnaisuutta. Menetelmä voi pohjautua toimintaohjeisiin tai -tapoihin, tiedonkäsittelyyn, tietojärjestelmiin tai vakioituihin työvälineisiin (Jaakkola et al. 2009, s. 21).

Rakennuksen tietomallin tietosisällön vakioinnin tapauksessa käytettäviä menetelmiä ovat suunnittelu- ja tietomallinnusohjeet ja vakioidut toimintatavat. Vaikka vakioinnin kohteena on pelkästään tietomalli ja sen sisältämä tieto, myös sen mallinnusprosessia on käsiteltävä samassa yhteydessä. Tohmon (2015, s. 107) mukaan pelkille tietomallien sisällölle asetetuilla vaatimuksilla varustetut tietomalliohjeet ovat tutkimusaineiston perusteella luultavasti puutteelliset, ja käytännön hankkeita koskevan ohjeistuksen on hyvä kattaa laajemmin myös tietomallintamismenetelmille asetetut vaatimukset.

Esimerkkinä vakioinnin hyödyistä suunnitteluprosessin osan tehostamisessa voidaan käyttää määrä- ja kustannuslaskennan automatisointia. Kustannuslaskennan automatisointi vaatii suunnittelun ja tietomallin sisällön pitkälle vietyä vakiointia. Kustannustietokantojen linkittäminen tietomallin rakennusosiin vaatii niiden standardisoitua nimeämistä. Pienetkin erot nimeämiskäytännöissä usein estävät ohjelmia tunnistamasta, että rakennusosa kuuluu tiettyyn kustannusrakenteeseen. Lisäksi laskijan on mahdotonta tietää, onko kyseessä väärin nimetty vakiorakenne vai suunnittelijan itse suunnittelema, jolloin asia on tarkistettava joko natiivimallista tai kysyttävä sitä suunnittelijalta. Tähän kuluu runsaasti aikaa, vaikka tarkasteltavia rakennusosia olisi pienikin määrä (Troberg 2015, s. 67).

2.4.2 Vakiointi tietomallintamisessa

Arkkitehdin työnkuvaa käsittelevän kappaleen perusteella arkkitehtimalliin mallinnettavia elementtejä ovat pääasiassa tilat ja alueet, rakenteet (seinät, laatat, pilarit ja palkit) tilavarauksina sekä rakennusosat, kuten ikkunat, ovet, kalusteet, laitteet, portaat ja kaiteet. Näitä käytetään määrälaskentaan, ja niiden mallintamisella ja tietosisällölle on asetettu vaatimuksia YTV:ssä. Vaatimuksia on esitelty taulukossa alla siltä osin kuin ne koskevat elementtien tietosisältöä (RT 10-11068 2012; RT 10-11208 2012, s. 2—3).

Rakennusosa	YTV 2012
Yleiset vaatimukset	<p>Rakennusosat merkitään rakennesuunnittelijan määrittämällä rakennetyyppitunnuksilla tai niin, että niiden ensisijainen käyttö tai materiaali voidaan tunnistaa (esim. VS-betoni, US-muuraus).</p> <p>Rakennusosat nimetään Talo 2000 Rakennusosanimikkeistön mukaan. Nimikkeistön mukainen numerotunnus merkitään ohjelmistosta riippuen eri paikkaan, Revitissä Key-note-tietokenttään, ArchiCADissa käytetään nimikkeistön mukaisia kuvatasoja.</p>
Laatat	<p>Mallinnetaan tilavarauksina; paksuus sisältää kaikki ko. rakenteen alikomponentit. Kaatoja ei pääsääntöisesti mallinneta.</p> <p>Lattian pintamateriaalit voidaan mallintaa ohuena laattana, jos ne eivät rajaudu tilojen mukaisesti.</p>
Pilarit ja palkit	Mallinnetaan pintarakenteen sisältävillä ulkomitoilla, ilman detaljointia.
Seinät	Ulkoseinien julkisivutehosteet mallinnetaan varsinaisen rakennetyypin pinnalle ohuena seinänä. Tunnisteeksi merkitään ko. julkisivun johdannainen, esim. ”US1-tehoste harmaa”.
Laseinät ja kaksoisjulkisivut	Kaksoisjulkisivut, kuten ulkoseinäistä irti oleva säleikkö tai lasitus, mallinnetaan erillisinä rakenteina (esim. US-säleikkö) soveltaen seinien mallinnusohjeita.

	Mallinnetaan oikean kokoisina, oikeaan sijaintiin tyyppitietoineen ja heloitustunnuksineen niin, että myös aukkomitta tulee malliin oikein.
Ikkunat ja ovet	<p>Heloitus voidaan ilmaista yhdellä koodilla, jolloin yksityiskohtainen helaluettelo esitetään kaavioissa tai erillisenä listana.</p> <p>Litterointi merkitään Tyyppi-/ID -kenttään.</p>
Sisäkattorakenteet	<p>Mallinnetaan tilavarauksena, joka sisältää sisäkattorakenteen ja -pinnan. Otsat ja kotelot mallinnetaan oikean kokoisina ja oikeaan sijaintiin.</p> <p>Eri tyypit erotetaan toisistaan tunnisteella, kuten AK1, AK2 jne.</p>
Kalusteet	<p>Kalusteen tunnusteen tulee sisältää sen tyyppi (Keittiökaappi, Keittiön yläkaappi, Hyllykaappi jne.).</p> <p>Voidaan mallintaa seinätyökalulla; tällöin kalustetta ei katkaista laitteiden kohdalta, vaan laitteen mallinnetaan kalusteen sisään.</p>
Tilat, alat	<p>Tilavuus, bruttoalat, kerrostasoalat, huoneistoalat ja huonealat mallinnetaan kerroksittain oikean kokoisina.</p> <p>Asuntokohteissa huoneistonumero merkitään huoneistoalatalaobjektin numerokenttään.</p>

Taulukko 2. Ote arkkitehtimallin mallinnusvaatimuksista (RT 10-11068 2012)

YTV 2012 määrittelee pääasiassa, miten asiat tulisi mallintaa ja millaista tietoa mallista tulisi olla eroteltavissa. Esimerkiksi määrälaskennan kannalta tärkeitä ovat seuraavat mitattiedot (RT 10-11072 2012, s. 7—8):

- Kappalemäärä
- Pituusmitta
 - Pituus
 - Piiri
 - Korkeus
- Pinta-ala
 - Nettopinta-ala
 - Bruttopinta-ala
- Tilavuus
 - Nettotilavuus
 - Bruttotilavuus
- Paino
 - Nettopaino
 - Bruttopaino

Koneluettavuuden mahdollistamiseksi on lisäksi määriteltävä, minkä nimiseen attribuuttiin tieto tulee tallentaa eli mistä tieto on luettavissa, sekä missä muodossa tieto tulee tallentaa tai mitkä ovat attribuutin sallitut arvot. Arkkitehtimallin tapauksessa tämä lähinnä tarkoittaa rakenne- ja rakennusosatyyppien tunnusten määrittelemistä; niissäkin vakioinnista on lähinnä hyötyä, jos vertailua tai tiedonhakua tehdään eri hankkeiden välillä, määrälaskennalle on pääasiassa tarpeellista pystyä erottamaan tyypit toisistaan ja yhdistämään ne oikein rakennesuunnittelijan tyypeihin. Tarkempia määrittelyjä on esitetty muutamassa lähteessä, joita vertailtu alla.

BuildingSMART Finland:n alustavassa nimikkeistöluonnoksessa (otsikolla *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Liite: Arkkitehtimallin tietosisällön nimikkeistö, suunnittelualakohtainen IFC-propertyset*; kts. buildingSMART 2018a ja 2018b) esitetään arkkitehtimallin vakioituja attribuuttinimiä suomeksi ja englanniksi edellä kuvatuilla rakennusosille. Nimikkeistö on alustavana luonnoksena suppeahko ja kuvaa lähinnä välttämättömän. Siinä käsiteltyjä elementtejä ovat pilarit, laatat, palkit, seinät, ikkunat ja ovet, verhorakenteet ja vyöhykkeet eli tilat. Lisäksi ohjeessa on joitain yleisiä attribuutteja, kuten yksilöivä tunniste *ID*. Saksan buildingSMART on julkaissut aikaisemmin mallipohjaista määrälaskentaa tukevan ja määrien laskentaperusteita valottavan *Information Requirements for Model-based Quantities — Definition of Base Quantities* (buildingSMART 2010), jossa kuvataan, miten tieto tulee laskea ja tallentaa malliin, mikäli sitä muussa ohjeistuksessa tai sopimuksissa vaaditaan. Siinä kuvataan ja määritellään arkkitehtimallin sisältöä määrälaskennan tarpeiden näkökulmasta. Dokumentti määrittelee sisältöä tiloille, seinille, aukoille, ikkunoille, oville, laatoille, palkeille, pilareille, osille, levytyksille, verhoseinille, rampeille ja kaiteille. Alla (Taulukko 3) on vertailtu molempien nimikkeistöjen tiloille ja alueille esittämiä attribuutteja.

	Lähde: buildingSMART 2018b	Lähde: buildingSMART 2010
Tilan nimi	Area / Room number	
Tilan numero	Area / Room number	
Bruttoala	GrossFloorArea	GrossFloorArea
Nettoala	NetFloorArea	NetFloorArea
Tilavuus	GrossVolume	GrossVolume NetVolume
Piiri	GrossPerimeter	GrossPerimeter NetPerimeter
Tilatyyppe	Area / Room type	
Korkeus		Height
		FinishCeilingHeight
		FinishFloorHeight
Rajaavien seinien ala		GrossWallArea NetWallArea
Rajaavan katon ala		GrossCeilingArea NetCeilingArea

Taulukko 3. Tilojen tietosisältö (*buildingSMART 2018b; 2010*)

Saksalainen lähde määrittelee brutto- ja nettoalojen tai -tilavuuksien eron siten, että bruttoaloissa on huomioitu pelkästään rajaavat elementit; niistä ei ole vähennetty aukotuksia, reikiä eikä pilarien, rakenteiden tai kiinteiden asennusten viemää tilaa. Nettoaloissa ja -tilavuuksissa nämä vähennykset on tehty. Mallinnustarkkuudesta johtuen brutto- ja nettoalat voivat olla projektin jossain vaiheessa tai läpi hankkeen yhdensuuruksia.

Rakennusosien tunnisteita on listattu erinäisissä lähteissä. Esimerkiksi tilojen lyhenteitä (eteinen ET, olohuone OH, makuuhuone MH jne.) esitetään mm. RT-kortissa 15-10635 *Esitystapaohjeet — Rakennuspiirustukset*. RT-kortistossa esitetään myös rakennetyyppejä tunnuksineen. Elementtisuunnitelmissa käytettäviä elementtittunnuksia (parveke-elementti C, parvekelaattaelementti CL, parvekepieliementti M jne.) voi soveltuvin osin

käyttää myös arkkitehtisuunnitelmissa. Kallio (2017) on koonnut asuntotuotantoon soveltuvia tilatyyppeiden tunnisteita sekä yleisiä rakennetyyppejä ala-, väli- ja yläpohjille, väliseinille, alakatoille ja parvekkeille vakioituine tunnisteineen (Kallio 2017, liite 2: *Ehdotus arkkitehdin tietomalliin yleisesti nimettävistä tietosisällöistä*).

2.5 Yhteenveto ja päätelmät

Kirjallisuusselvityksessä pyrittiin etsimään vastauksia seuraaviin johdannossa määriteltyihin tutkimuskysymyksiin:

Mitä hyötyjä vakioinnista tietomallinnuskontekstissa on?

Miten vakiointia hyödynnetään rakennusalalla tällä hetkellä?

Mitä arkkitehdin työnkuva tavanomaisessa tietomallihankkeessa sisältää?

Tietomallintamiseen kirjallisuusselvityksessä liitettyjä hyötyjä ja niitä vastaavia haasteita on koottu taulukkoon alle (Taulukko 4).

Hyöty	Haaste
Suunnitteluryhmän yhteistyön helpottaminen ja tiivistäminen	Yhteistyökäytännöt pitkälti perinteisen käytännön mukaisia
Virheiden huomaaminen ja korjaaminen ennen rakennusvaihetta	Käytännössä vähäistä
Tiedon kerääntyminen läpi hankkeen	Tietomallia ei juuri käytetä rakentamiskäytännön jälkeen
Päällekkäisen työn vähentäminen	
Analyysien, simulaatioiden ja laskennan automatisoiminen	Mallin laatuongelmat
Työmaan tehostuminen	Mallin laatuongelmat

Taulukko 4. Tietomallintamisen hyötyjä ja haasteita

Edellä todettiin, että vakiintuneiden toimintatapojen puute haittaa sekä suunnitteluprosessin johtamista että prosessissa laadittujen tietomallien hyödyntämistä. Lisäksi lähtötietojen puute tai ongelmat lähtötietojen laadussa aiheuttavat ongelmia sekä suunnittelijoiden välillä että suunnittelijoiden ja työmaan kesken. Voidaan olettaa, että tuotettavan tietosäällön vakiointi selkiyttäisi tietotarpeiden täyttämistä ja määrittelyä; kun suunnittelija tietää täsmälleen, millaista tietoa missäkin projektin vaiheessa on tuotettava, pystytään helpommin määrittelemään myös kulloisenkin vaiheen vaatimat tietotarpeet muilta suunnittelijoilta tai osapuolilta. Tarkempi tietotarpeiden määrittely selkeyttää mallinnettavan tiedon syy-seuraus-suhteita, kun voidaan näyttää, mihin mitäkin malliin lisättävää tietoa käytetään, kuka käyttää ja missä vaiheessa. Tämä parantaa suunnitteluprosessin läpinäkyvyyttä ja sitouttaa suunnittelijoita paremmin tiedon tuottamiseen ja suunnitteluajakautuihin, mikä tehostaa suunnitteluprosessia kokonaisuutena.

Monet kappaleessa 2.1.1 esitetyistä tietomallinnuksen hyödyistä korostuvat, kun käsitellään vakioituja tietomalleja. Erityisesti vakioitujen mallien koneluettavuus mahdollistaa monien laskenta-, simulointi- ja analysointiprosessin automatisoinnin, jolloin niitä on mahdollista käyttää suunnittelun aikana suunnitelmavaihtojen vertaamiseen ja suunnittelun ohjaamiseen.

3. KYSELYTUTKIMUS

3.1 Tavoitteet ja rajaus

Kirjallisuuskatsauksessa käsiteltiin tietomallihanketta yleisesti, luotiin kuva vakioinnista käsitteenä ja tutustuttiin mallintamista määrittäviin ohjeisiin. Kyselytutkimuksessa karotetaan arkkitehdin näkökulmaa aiheeseen. Tavoitteena on selvittää erityisesti, mitkä ovat tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin arkkitehdille toistuvat tai työläät vaiheet ja voidaanko näihin vaikuttaa vakioinnilla, millaista tietoa suunnitteluprosessissa tuotetaan sekä millaisia mallinnusohjeita toimistoissa käytetään ja mitä ne sisältävät. Kysely rajattiin käsittelemään hankevaiheita ehdotussuunnittelusta toteutussuunnitteluun.

3.2 Menetelmä

Menetelmäksi valittiin sähköinen kyselytutkimus, joka lähetettiin valituille arkkitehtitoimistoille. Kyselytutkimuksella tähdättiin haastattelututkimusta laajempaan otantaan. Toimistojen valintakriteereinä käytettiin niiden kokoa, medianäkyvyyttä ja tietomallinnustaitoa, jota arvioitiin toimistojen oman markkinoinnin ja viimekädessä tutkijan oman ammattipätevyyden keinoin. Suurehkoja, vakiintuneita ja suhteellisen tunnettuja toimistoja suositettiin, jotta voitiin mahdollisimman hyvin varmistua vastaajien ammattitaidosta. Lista kerättiin 27 kotimaista suurta tai keskisuurta arkkitehtitoimistoa, joiden tiedettiin käyttävän mallintavaa työtapaa. Aineiston luotettavuutta ja laatua parantamaan kysely ohjattiin toimistoissa pääasiallisesti suunnittelijoille, joilla on kokemusta sekä hankkeiden läpiviennistä ja suunnittelun kaikista vaiheista, että tietomallinnuksen problematiikasta. Tällä pyrittiin varmistamaan vastaajien tietopohja ja parantamaan aineiston edustavuutta (ks. Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, s. 52). Kyselyyn vastaaminen oli vapaaehtoista ja voidaan olettaa, että vastaajat olivat motivoituneita vastaamaan. Kysymykset laadittiin pitkälti avoimiksi ja haastattelutyypisiksi, joten vastaajien kokemus vaikutti suoraan aineiston laatuun. Avoimilla kysymyksillä tahdottiin kartoittaa vastaajien henkilökohtaisia, subjektiivisia kokemuksia ja mielipiteitä. Vastaajia rohkaistiin antamaan yksityiskohtaisia vastauksia.

Tutkimusote on laadullinen. Laadullisiksi nimetyt tutkimukset pohjautuvat Tötön (2004) mukaan aiempiin tutkimuksiin ja teorioihin, empiirisiin aiheistoihin sekä tutkijan omaan ajatteluun ja päättelyyn (katso Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, s. 6). Tässä tapauksessa aikaisempia tutkimuksia käsiteltiin kirjallisuuskatsauksessa ja kyselytutkimuksella tuotetaan empiirinen aineisto, jota analysoidaan.

Kysely jaettiin viiteen osioon: *perustiedot, työvaiheet ja tiedon tuottaminen, suunnittelun tietotarpeet, vakiointi ja nimikkeistöt sekä ohjeistukset ja YTV 2012*. Perustiedoissa vas-

taajilta kyseltiin toimistoissa käytettyjä ohjelmistoja sekä vastaajan kokemustasoa. Työvaiheet ja tiedon tuottaminen -osiossa selvitettiin arkkitehdin työn aikaa vieviä ja toistoa sisältäviä työvaiheita, sekä näissä vaiheissa malliin tuotettavaa tietosisältöä. Suunnittelun tietotarpeet -osio keskittyi tietomallihankkeessa tehtäviin suunnittelupäätöksiin ja niiden oikea-aikaisuuteen. Vakiointi ja nimikkeistöt -osiossa selvitettiin, millaisia nimikkeistöjä vastaajilla on käytössä, sekä millaisiin asioihin mahdolliset sisäiset ohjeistukset ottavat kantaa. Viimeinen osio käsittelee suhtautumista Yleisiin tietomallivaatimuksiin 2012 sekä sen vaikutuksia suunnittelu- ja mallinnustyöhön. Kyselytutkimuksen kysymykset ja niiden vastaukset on esitetty tämän työn liitteenä.

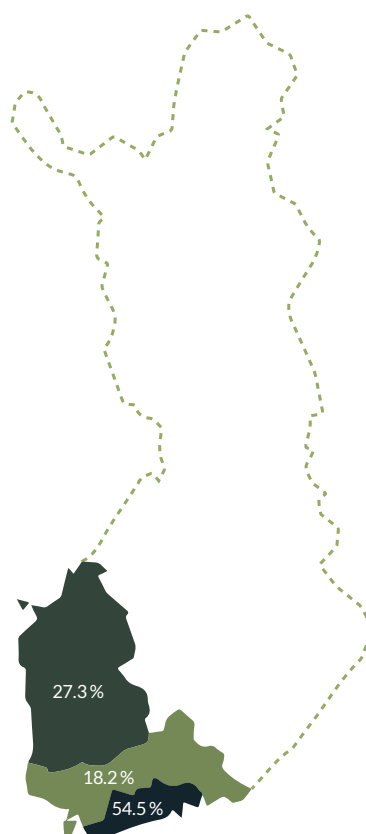
Seuraavan osion kaikissa kuvaajissa x-akselilla (tai kaavioissa prosentuaalisesti) esitetty saatujen vastausten määrä per kysymys tai vastausvaihtoehto. Numeerisia vastauksia ei kyselyssä pyydetty.

4. VASTAUKSET JA NIIDEN TARKASTELU

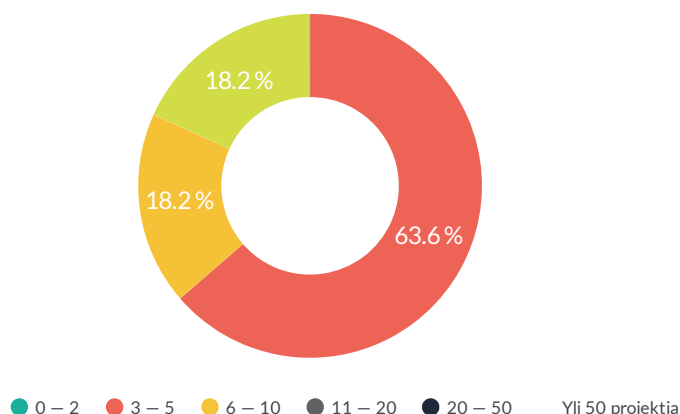
4.1 Aineistosta

Kyselyyn saatiin yhteensä 11 vastausta. Pääosa (54.5%) vastaajista sijoittui pääkaupunkiseudulle, 27.3% Länsi-Suomeen ja loput muualle Etelä- ja Lounais-Suomeen (Kuva 6).

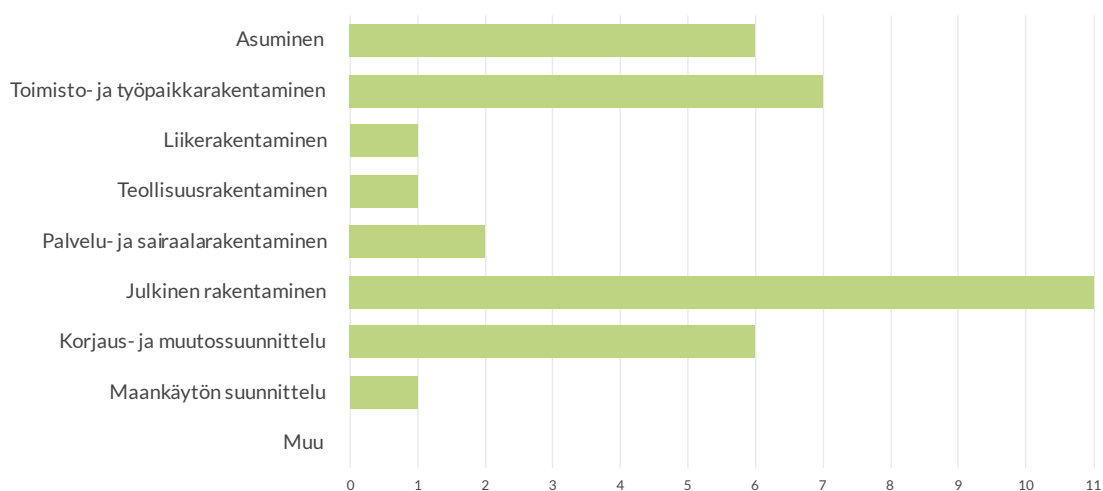
Suurin osa vastaajista (64.6%) vastasi osallistuneensa viimeisen 12 kuukauden aikana kolmesta viiteen tietomallihankkeeseen, 18.2% yli viiteen ja toiset 18.2% yli kymmeneen (Kuva 7). Yksikään vastaaja ei siis ole ollut osallisena alle kolmessa tietomalliprojektissa vuoden sisään. Hankkeiden laajuutta ei pyydetty tarkentamaan, mutta hankkeita tyypittävään kysymykseen kaikki vastaajat vastasivat työskentelevänsä julkisen rakentamisen kanssa, 63.6% toimisto ja -työpaikkarakentamisen kanssa ja 54.5% asumisen sekä korjaus- ja muutossuunnittelun kanssa (Kuva 8). Liike-, teollisuus- ja palvelurakentaminen sekä maankäytön suunnittelu olivat selkeästi vastaajien keskuudessa harvinaisempia hanketyyppejä.



Kuva 6. Vastaajien jakautuminen maantieteellisesti

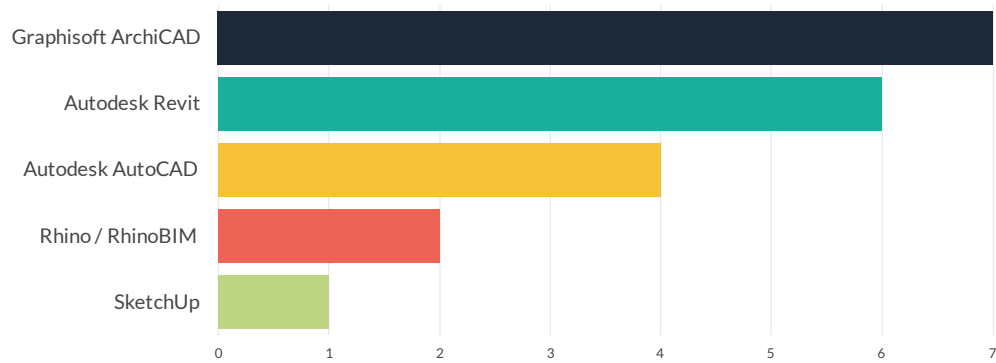


Kuva 7. Vastaajien tietomalliprojektien määrä viimeisen 12 kuukauden aikana



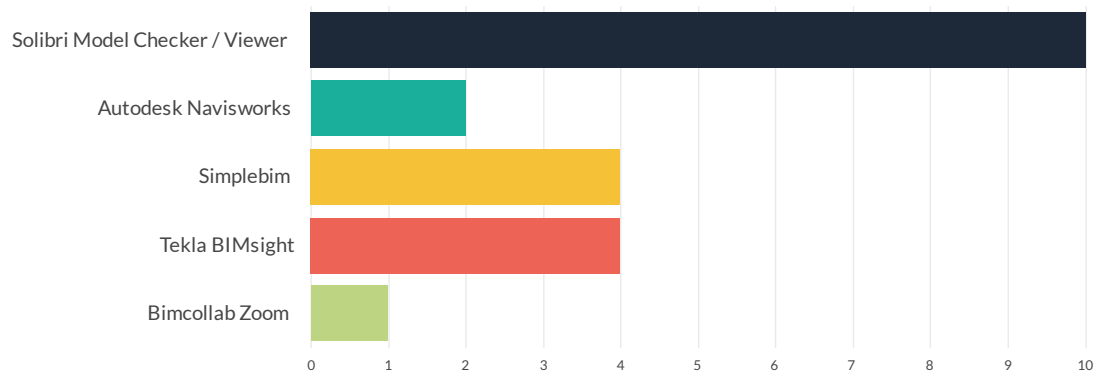
Kuva 8. Vastaajien projektien edustamat hanketyypit

Käytettyjä suunnitteluohjelmia kysyttiin myös (Kuva 9). Suunnitteluohjelmien jakautuminen meni hyvin tasan kahden suurimman, Graphisoftin ArchiCADin ja Autodeskin Revitin kanssa (Kuva 9). AutoCADin ja Rhinon käyttäjiä oli muutamia. Rakennustietosäätiö RTS:n buildingSMART Finlandin ja RIBA Enterprises Ltd:n kyselytutkimuksessa vuonna 2013 ArchiCADin käyttäjiä oli 22% ja Revitin 12% (RTS ym. 2013). Tutkimus oli poikkitieteellinen ja vastaajista 23% oli koulutukseltaan arkkitehtejä, mikä selittää pienemmät suhdeluvut. Tämän tutkimuksen vastaajien jakautuminen eri ohjelmistojen käyttäjiin noudattaa karkeasti samaa suuruusluokkaa, joten voidaan olettaa, etteivät yhden ohjelmiston käyttäjien vastaukset vääristä tuloksia ainakaan määrällisesti.



Kuva 9. Vastaajien käyttämät suunnitteluohjelmistot

Tietomallien käsittelyyn lähes kaikki vastaajat käyttivät Solibrin ohjelmistoja (Kuva 10). Myös Datacubistin Simplebim ja Teklan BIMsight olivat molemmat käytössä reilulla kolmanneksella vastaajista. Näiden lisäksi muutamia mainintoja saivat Autodeskin Navisworks ja BIMcollab ZOOM.



Kuva 10. Vastaajien käyttämät tietomalliohjelmistot

4.2 Kyselytutkimuksen avoimet vastaukset

4.2.1 Toistuvat mallinnusvaiheet

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein projektista toiseen? Millaisia?

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein saman projektin sisällä? Millaisia?

Projektista toiseen samanlaisina toistuvien mallinnusvaiheiden todettiin yleisesti sijoittuvan hankkeen aloittamiseen ja lähtötilanteen kuvaamiseen. Aloitustilanteen mallinnus, eli projektin sijainnin koordinointi, kerrostasojen luonti, pohjakartan tuonti sekä maaston ja nykytilanteen mallinnus toistui vastauksissa. Piirustusten, näkymien ja planssien luominen mallista todettiin myös joka projektiin liittäväksi mekaaniseksi työksi. Niin ikään rakennusosien määrittäminen, nimeäminen ja niiden attribuuttien täyttäminen (paloluokka, dB-arvo jne.) mainittiin useassa vastauksessa.

Lähtötilanteen ulkopuolelta esiin nousi mm. Keynote-arvojen määrittely ja tarkistus, jonka todettiin joskus olevan manuaalista työtä. Lisäksi mainittiin elementtien linkittymisen väärille kerrostasoille varsinkin tilanteissa, joissa projektin kerrostasot ovat yhtään monimutkaisempia. Tämä aiheuttaa manuaalista tarkistustyötä ja korjaamista.

Projektin sisällä tai sen aikana tapahtuvaa toistoa todettiin esiintyvän paljon. Useissa vastauksissa toistui 2D-asiakirjojen päivittäminen sekä planssaus, tietomallin ylläpito ja asioiden tarkistaminen sekä muutostenhallinta ja revisiointi. Asiakirjojen päivittäminen todettiin viikoittaiseksi, pahimmillaan päivittäiseksi työksi. Tietomallin ylläpitoon laskettiin muun muassa rakennusosien tyypityksen tarkastelu, ovien ja ikkunoiden tietosisällön yhdenmukaistaminen ja täydentäminen, seinäobjektien korkeuden tarkistus sekä toistuvien rakennusosien mallinnus. Näiksi eroteltiin mm. valaisimet, alakatot ja asennuslattiat. Tarkastustarpeen vastattiin syntyvän sekä varsinaisten muutosten kautta että suunnittelutavoista johtuvista syistä; yhdessä vastauksessa arkkitehtisuunnittelun vastattiin tapahtuvan tyypillisesti tasoprojektiossa, josta syystä 3D-mallin oikeellisuuden tarkastamisen todettiin vaativan oman työvaiheensa.

Kaikki vastaajat löysivät projektien välillä toistuvia työvaiheita. Vajaa viidennes vastaa- jista totesi, ettei saman hankkeen sisältä voi löytää erityisemmin toistuvia vaiheita.

4.2.2 Aikaa vievät mallinnusvaiheet

Liittyykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, joihin kuluu suhteessa suuri määrä aikaa? Millaisia?

Aikaa kuluu vastausten perusteella jo edellä kuvattuihin vaiheisiin. Projektin aloitus, lähtötietojen ja tarkemmittausten tarkistaminen, lähtötilanteen mallintaminen ja korjaushankkeissa inventointimallin luominen syövä tunteja. Toisaalta niin ikään todettiin, että alkuvaiheessa käytetty aika tulee projektin edetessä takaisin suunnittelua jouduttamalla. Alkujaan hyvin mallinnetusta mallista on helppo ottaa näkymiä, havainnekuva-aineistoa ja taulukoita.

Tilaajan tietomallistandardien täyttäminen ja tähän liittyvä tarkistustyö todettiin osaltaan työlääksi. Varsinkin toteutusvaihetta kohti edettäessä malli tarkentuu ja tulee yksityiskohtaisemmaksi, jolloin mallin läpikäyntiin ja tarkastuksiin kuluu aina enemmän aikaa. Automaattista määrälaskentaa varten mallin täytyy olla suhteellisen tarkasti mallinnettu tai siivottu: ”Toinen aika työllistävä vaihe on mallin siivoaminen tilaajan tietomallistandardeihin. Esimerkiksi [rakennusliikkeellä] on osin melko tarkat mallinnusohjeet, jotta mallia voi hyödyntää automaattisessa määrälaskennassa. Tämä työ sisältää esimerkiksi mallin elementtien pientenkin päällekkäisyyksien korjauksia.”

Ovien, ikkunoiden, valaisimien, palovaroittimien, julkisivulevyjen yms. toistuvien, mutta tiloihin erikseen mitoitettavien elementtien sijoittaminen mainittiin myös. Dokumenttipohjaiseen suunnitteluun verrattuna kaikki elementit täytyy sijoittaa tietomalliin paikoilleen, kun periaatekuva riitti monessa tapauksessa aikaisemmin.

Omana kokonaisuutenaan vastauksissa toistui aineiston tuottaminen mallista ja siihen kuuluva aika. Taulukointi, piirustusten jakelu, tiedon vienti toisiin tiedostoformaateihin ja 2D-piirustusten tuottaminen suomalaiseen standardiin esitysasun todettiin raskaammaksi kuin varsinainen tiedon tuottaminen tai sen malliin syöttäminen.

4.2.3 Syitä toistoon ja ajankäyttöön

Mistä edellisten vaiheiden toistuvuus tai kuluttavuus johtuu?

Lähes kaikki kysymykseen ”Mistä edellisten vaiheiden toistuvuus tai kuluttavuus johtuu?” vastanneet mainitsivat ohjelmistotekniset syyt, mallinnusohjelman ominaisuudet ja niiden puutteet sekä lokalisaation tai aloituspohjien uupumisen. Yhdessä vastauksessa korostettiin suunnitteluohjelman vaatimaa manuaalista työtä asiakirjojen tuottamisessa yhdistettynä tarpeeseen saada jatkuvasti ajantasaista aineistoa. Tuotettava aineisto vaaditaan usein suunnitteluohjelmalle ei-natiivissa tiedostoformaateissa, mikä johtaa toistuvaan vienti- ja tulostuskierteeseen.

Vanhaa rakennusta mallinnettaessa valmiiden rakenne- ja rakennusosatyyppien uudelleenkäyttö on vaikeaa, koska seinänpaksuudet ja vastaavat mitat voivat vaihdella suuresti. Lähtötiedon tulkitseminen ja tarkastaminen ovat inventointihankkeissa myös työläisiä työvaiheita: ”Lähtötietodataa joudutaan tutkimaan tarkasti eri kulmista, jotta voidaan saada varmuus siitä, missä rakennusosat (kantavat seinät ym.) todellisuudessa sijaitsevat; tämä on suhteellisen hidasta ja sellaisia ohjelmistoja, jotka automatisoisivat esim. piste-pilvidatan muuntamisen suoraan rakennusosapohjaiseksi tietomalliksi, ei vielä ole olemassa.”

Yhteistyö suunnittelun eri osapuolten kanssa mainittiin kerran aikaa vievänä tekijänä. Myös tilaajan asiantuntijuuden puute ja tietämättömyys suunnitteluprosessista esiintyi vastauksissa: ”Muutosten kuormittavuutta ei ymmärretä ja sille ei varata aikaa”. Suunnittelunohjauksen puutteet nostettiin esiin myös kyselyn loppukommenttien puolella: ”Tilaajan ja suunnittelunohjauksen puolella on paljon vielä opittavaa tietomalleista. Huonosta tilaamisesta johtuu suurin osa ongelmista. Aikataulutus bim-hankkeessa ei ole tilaajien hallussa”. Vastaukset toistavat kirjallisuudesta löydettyjä näkökantoja suunnitteluohjauksen ongelmista (kts. luku 2.1.2).

4.2.4 Kuluttavissa vaiheissa tuotettava tietosisältö

Millaista tietosisältöä näissä vaiheissa tuotetaan? Millaista tietoa mallinnetaan?

Suurin osa aikaa vievistä vaiheista liittyi projektin aloitukseen, tietomallin ylläpitoon, laadunvarmistukseen ja dokumenttien tuottamiseen; varsinainen tietosisällön tuottaminen ei esiintynyt vastauksissa suuresti kuormittavana tekijänä.

Koordinaatisto-, sijainti- ja korkotiedot lisätään malliin projektin aluksi, ja ne toimivat usein lähtötietoina muille suunnittelualoille. Varsinkin korkotiedot voivat tarkentua ja päivittyä myöhemmin. Tilojen mallintaminen aloitetaan varhaisessa vaiheessa ja niistä saatavat pinta-alat, tilavuudet ja tunnistetiedot ovat tärkeitä laskennalle.

Elementtien tunnistetietojen lisääminen malliin toistui vastauksissa. Mallinnettavaksi todettiin rakenneosien yksilöivät tunnisteet ja muu tietosisältö: määrä, sijainti, liittyminen muihin rakenteisiin, materiaalitiedot, muutosvaihetieto, palo- ja ääneneristysluokat. Useissa vastauksessa mainittiin lisäksi toteutussuunnitteluvaiheessa tuotettava rakentamisen ja toteutuksen vaatima tarkka tieto. Tapauskohtaisesti saatetaan ylläpitää mallin ulkopuolista tietoa. Tällaista voi olla esimerkiksi värityssuunnitelma tai käyttäjien vaatimukset tilojen kalustukselle.

Vanhojen rakennusten tapauksessa kriittisintä tietosisältöä on rakenneosien geometria, lähinnä rakenteiden paksuus, ja se, mitkä rakennusosat ovat olemassaolevia, mitkä purettavia, ja mitkä uusia. Samalla mallinnetaan olemassaolevat tilat ja niiden pinta-alat.

Näiden lisäksi 2D-dokumenttien tuottamisen tarvitsema sisältö mainittiin tärkeänä osana työnkuvaa: ”Pääpaino on nykyäänkin perinteisten viivapiirustuksien kuten pohjien, leikkausten, julkkarien, kaavioiden ja detailjiirustusten tuottamisessa, mallista mahdollisimman vähällä lisätyöllä”; ”Kaikki projektit menevät edelleen perinteiseen, dokumentteihin perustuvaan tapaan juridisista syistä”.

4.2.5 Tiedon määrämuotoisuus

Onko edellä mainituille tietosisällöille annettu määrämuoto? Minkä tahon toimesta? (Asiakas, viranomainen, yleinen- tai sisäinen ohjeistus...)

Vastausten perusteella tietosisällön määrittely on projektikohtaista tai epäselvää. Vajaa puolessa vastauksissa mainittiin yleiset ohjeet tai YTV2012, mutta niin ikään todettiin, etteivät ne ilman tarkempaa vaatimustason määrittelyä riitä selittämään yksioikoisesti, mitä mallin tulisi sisältää: ”Yleisiä ohjeita on, mutta yleensä juuri vaatimustason epäselvä määrittely jättää liikaa tulkinnan varaa mallin tietosisällölle”. Kolmasosa vastaajista totesi asiakkaan määrittelyiden tai ohjeistusten ohjaavan mallintamista. Toimiston sisäisiä ohjeita oli 60%:lla vastaajista.

Ohjeistukset eivät ole keskenään täysin ristiriidattomia: ”Kaikki kysymyksessä mainitut tahot määrittelevät ja tekevät mallintamisesta työstä. Asiakkailta saattaa olla jokaisella omat standardinsa, jotka vaihtelevat hankkeesta toiseen”. Toisaalta osassa vastauksissa nostettiin esiin hierarkia ohjeistusten välillä; YTV2012 määrittelee mallintamisen tarkkuustason ja rakennusosien kategorisoinnin, toimiston sisäisistä ohjeista tulevat varsinaiset mallinnustavat, nimeämiskäytännöt, luetteloiden ja litteroiden muodot ja tilaajan puolelta tilojen nimeämiset ja pinta-aloihin liittyvät laskenta- ja luettelointitavat. Monessa vastauksessa todettiin oman toimiston käytäntöjen täydentävän muita määrittelyjä.

Yhteisten määrittelyiden puuttuminen koettiin haasteena: ”—— toimiston sisäinen käytäntö ohjaa osittain, mutta ongelmanahan Suomessa ja globaalistikin on yhteisen standardin puute. Talo 2000 on auttamatta ajastaan jäänyt, eikä ole oikein järkeä askarrella joka maahan täysin omia speksejään”. Standardoinnin puutteen nähtiin haittaavaan tietomallin käyttöä suunnitteluvaiheen jälkeen: ”BIM-tiedon koneellinen luettavuus ja automatisoitu käsittely on mahdotonta, kun tietosisällöt vaihtelevat, eikä mallien jatkokäyttö näin ollen vielä ole kuin tulevaisuuden lupaus.”

4.2.6 Suunnittelun tietotarpeet

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian aikaisessa vaiheessa?

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian myöhäisessä vaiheessa?

Molempien kysymysten vastauksissa korostui lähtötietojen tärkeys. Koettiin, ettei lähtötietoja aina ole tai ne ovat puutteellisia ja sitä kautta johtavat väistämättömästi muutoksiin

suunnittelun edetessä, kun muutosten tekeminen on raskaampaa. Hankkeen laajuuden, tilavaatimusten ja käyttäjän todellisen tarpeen vastattiin selkiävän usein vasta myöhemmässä vaiheessa suunnittelua. Tietomallihankkeen etupainotteisuutta korostettiin useassa vastauksessa: ”Luonnossuunnittelun resurssoinnin osuutta tulisi kasvattaa (ajallista ja taloudellista) tietomallihankkeissa. Liian varhainen suunnitelmien lukkoon lyöminen aiheuttaa kipuilua ja muutoksia myöhemmin”; ”Tietomallihanke vaatii paljon lähtötietoja projektin alkuvaiheessa. Tilaajat eivät pääsääntöisesti sitoudu tähän, vaikka suunnittelu-ryhmän pitää sitoutua”.

Toinen molemmissa kysymyksissä esille noussut asia oli LVIS-reitit, -kuilut, talotekniikan tilavaraukset ja tarkat sijainnit. Liian varhaisessa vaiheessa lukkoon lyödyt reitit rajoittavat muuta tilasuunnittelua ja vaikeuttavat optimointia. Liian myöhään selviäviä tilavarauksia on vaikea sovittaa suunnitelmiin. Tämä on ongelma varsinkin vanhaa korjattaessa, jossa tila on tiukilla. Ongelmia esiintyy myös julkisen rakentamisen puolella, jossa tekniikan tilavaraukset ovat merkittävän kokoisia.

Lähtötietojen lisäksi aikataulu mainittiin lukituksi usein liian aikaisin. Neljäsosa vastanesta totesi, ettei kokenut liian varhain lukittuja asioita ongelmaksi työssään.

Liian myöhään tehtäviin päätöksiin lukeutuivat vastausten perusteella tilavaatimusten lisäksi rakennesuunnitelmat ja erityisesti kantavat rakenteet, ehdotussuunnitelmien hyväksyminen, tilojen haluttu laatutaso, järjestelmien malli ja käyttäjän toiveiden selvittäminen.

4.2.7 Puutteellisten tietotarpeiden vaikutukset

Miten edellä kuvatut asiat vaikuttavat työhösi?

Vastaukset olivat pääosin yksimielisiä siinä, että väärään aikaan tehdyt sitovat päätökset aiheuttavat monenlaista haittaa tai hukkaa. Ne kiteytyivät hyvin yhdessä vastauksessa: ”Liian aikaisin lukkoonlyödyt asiat vaikeuttavat suunnittelua, ja liian myöhään muutettavat asiat aiheuttavat odottamatonta lisätyötä, joka voi viivästyttää aikataulua”.

Vastausten perusteella muutokset lisäävät työtä ja työtaakkaa. Aikatauluun ylimääräiset tai odottamattomat muutokset vaikuttavat sekä lisätyön että päätöksentekomenettelyiden, kuten rakennusluvan uudelleen hakemisen kautta. Neuvottelu- ja suunnittelukierrosten määrä lisääntyy, kun muutoksista joudutaan palaveeraamaan erikoissuunnittelijoiden kanssa. Jos aikataulu ei sisällä joustoa muutosten varalta, ne lisäävät kiirettä. Kahdessa vastauksessa nostettiin esille negatiivinen psykologinen ja stressiä lisäävä vaikutus. Myös vaikutukset lopputuloksen laatuun kyseenalaistettiin: ”Muutokset, vaikkakin päivittyvät kaikkiin kuviin mallin kautta ovat työläitä tehdä. Lopputulos ei myöskään ole välttämättä ihanteellinen”.

Yhdessä vastauksessa myönnettiin puutteellisten tietotarpeiden olevan osa normaalia prosessia.

4.2.8 Päätöksenteon paikat

Mitä tietoja tai millaisia päätöksiä omasta näkökulmastasi tulisi olla lukittuna, kun siirrytään...

Hankesuunnittelusta ehdotussuunnitteluun siirryttäessä toivottiin hankkeen laajuuden ja tilaohjelman olevan ratkaistuna. Lisäksi mainittiin suhde ympäristöön, rakennuksen karkea muoto, ratkaisun perusperiaatteet, asuntojakauma, kustannusraamit, haluttu laatutaso, muut suunnittelijat, käyttäjämäärä ja käyttäjien toiveet. Vastaukset ovat linjassa kirjallisuuskatsauksessa (kohta 2.3.2, s. 18) todettujen ehdotussuunnitteluvaiheen tehtävien (massamallivaihtoehtojen tutkiminen, tilaryhmämallin laatiminen) kanssa.

Ehdotussuunnittelusta yleissuunnitteluun edettäessä tilaohjelman lisäksi haluttiin päätöksiä liittyen massoitteeluun, rakennuksen täsmentyneeseen muotoon, tilojen sijoittumiseen ja niiden pääkäyttötarkoituksiin sekä talotekniikan tilavarauksiin ja runkoreitteihin. Päätöksiä haluttiin erityisesti tilasuunnitteluun ja layouttiin liittyen, mikä vastaa kirjallisuutta (2.3.3, s. 19) ja erityissuunnittelijoiden arkkitehdilta vaatimia tietotarpeita tilaratkaisuista ja niiden pääkäyttötarkoituksista.

Lupavaiheessa edellisten lisäksi selvänä tulisi olla tarkennetut tilavaatimukset, pintamateriaalit, julkisivut, runko ja rakenteet, taloteknisten energialaskelmien lähtötiedot, viranomaisohjeet ja niiden tulkinnat sekä rakennuksen perusmitoitus.

Toteutussuunnitteluvaiheen vastauksissa toistuivat kantavat rakenteet, talotekniikan reitit, rakennetyypit ja materiaalit. Lisäksi mainittiin tuotteiden alustava valinta, varusteet, järjestelmät, kulunvalvonta ja käyttäjätiedot lopullisina.

Seuraavassa osion vastaukset koottuna taulukkomuotoon (Taulukko 5). Taulukkoon koottu tietotarpeet ja ne päätökset, jotka hankkeessa tulisi vastausten perusteella olla lukittuna, kun siirrytään edeltävästä hankevaiheesta seuraavaan.

Hankesuunnittelusta ehdotussuunnitteluun	Ehdotussuunnittelusta yleissuunnitteluun	Yleissuunnittelusta lupavaiheeseen	Lupavaiheesta toteutussuunnitteluun
Hankkeen laajuus	Massoitteelu, muoto, yleisratkaisu	TATE linjaukset	TATE linjaukset
Karkea tilaohjelma	TATE tilavaraukset + runkoreitit	Energialaskelmien lähtötiedot	Rakennetyypit
Haluttu laatutaso	Tilojen sijoittuminen ja pinta-alat	Runko	Varusteet, järjestelmät, kulunvalvonta...

Käyttäjämäärä, asunto- jakauma	Viranomaisohjeet ja -tulkinnat
	Julkisivut, pintamateriaalit

Taulukko 5. Tietotarpeet suunnitteluvaiheittain arkkitehdin näkökulmasta

Liittykö työhösi muita tilanteita, joissa tieto ja tietotarpeet eivät kohtaa optimaalisella tavalla?

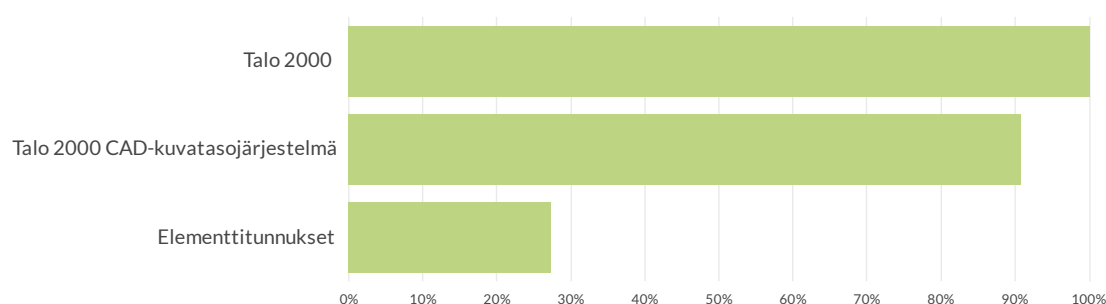
Vastausten perusteella tietotarpeeseen liittyvät ongelmat liittyvät päätösten tekoon. Päätöksiä tarvitaan, mutta niiden teko viivästyy syystä tai toisesta, mikä osaltaan vaikeuttaa aikataulussa pysymistä. Aikatauluun sitoutumista toivottiin myös päätösten ja linjausten kanssa. Käyttäjän tai tilaajan linjauksien ja toiveiden todettiin usein laahaavaan jäljessä aikataulusta, mikä hidastaa osaltaan suunnittelutyötä. Lisäksi mainittiin, ettei tietotarvepyyntöihin aina suhtauduta vakavasti.

Korjausrakentamisen kohdalla piilossa olevia rakenteita ei pystytä mittaamaan ja sitä kautta tuomaan lähtötietomalliin, joten suunnittelu joudutaan tekemään vaillinaisen mallin päälle.

4.2.9 Nimikkeistöt

Mitkä seuraavista nimikkeistöistä ovat sinulle tuttuja?

Talo 2000 -nimikkeistö oli tuttu kaikille vastaajille ja sen pohjalta laadittu Talo 2000 CAD-kuvatasojärjestelmä lähes kaikille (Kuva 11). Vajaa kolmannes vastasi tuntevansa betoniteollisuuden käyttämät elementtitunnukset (luettelo tunnuksista ks. Elementtitunnukset).



Kuva 11. Vastaajille tutut nimikkeistöt

Edellisten lisäksi Talo 80 ja Talo 90 -nimikkeistöt olivat käytössä osassa toimistoja, molemmat mainittiin vastauksissa kerran.

4.2.10 Sisäiset ohjeistukset ja niiden sisältö

Onko toimistossasi käytössä sisäisiä tietomalliohjeistuksia, nimikkeistöjä tai vakiointia?

Jos kyllä, millaisia asioita näissä käsitellään? Koetko ne oman työsi kannalta hyödyllisiksi?

Toimiston sisäisiä tietomalliohjeistuksia vastattiin löytyvät lähes kaikista kyselyyn osallistuneista toimistoista. Ohjeistukset sisälsivät tietomalliohjeita, Yleisistä tietomallivaatimuksista sovellettuja käytäntöjä, tilahallintaan kehitettyjä työkaluja, aloituspohjia, malliprojekteja ja toimiston omia mallinnusobjekteja. Ne, joilla varsinaista toimiston omaa ohjeistusta ei ollut, vastasivat toimistossa käytettävän asiakkaan, Senaatin ja Tilapalvelun ohjeistuksia.

Ohjeistuksien ja standardien hyödyllisyys jakoi mielipiteitä. Ohjeistuksien puoltajat näkivät niiden helpottavan yhteistyötä, sujuvoittavan suunnitteluprosessin kulkua ja parantavan muutosjoustavuutta. Hyötyjen nähtiin realisoivan varsinkin suuremmissa hankkeissa, joissa samaa aluetta, rakennusta tai tietomallia voi työstää useampi henkilö: ”Yhtenäinen ja mietitty ohjeistus parantaa aina hankkeen työstämistä etenkin isoissa projekteissa”. Ohjeistusten käytännöllisyys ja sallivuus koettiin tärkeiksi ominaisuuksiksi. Ehdoton yhdenmukaisuus ja vakiomuoto nähtiin suunnittelun kannalta epäoleellisena. Eri-laisten käytäntöjen ja suunnitteluohjelmien taivuttaminen yhteen muottiin koettiin lähtökohtaisesti vaikeaksi, ja hankkeiden yksilöllisyyden nähtiin olevan ristiriidassa jäykkien standardien kanssa. Ote eräästä vastauksesta:

Oma mielipiteeni on se, että nimikkeistöjen ehdoton yhdenmukaisuus ja vakiointi ei ole kovin oleellista suunnittelun kannalta. Alalla on niin paljon eri käytäntöjä ja eri suunnittelu ohjelmistoissa on niin merkittäviä eroavaisuuksia sisäisessä logiikassa, että jonkin uuden ”oikean” käytännön luominen ”yhteiseksi standardiksi” on tuhoon tuomittu yritys.

— — Jokainen rakennus on yksilö, ja jokaisessa rakennuksessa on vähintään puolituhasta ominaisuutta joissa ”standardista” poikkeaminen olisi suunnittelun loogisuuden kannalta perusteltua.

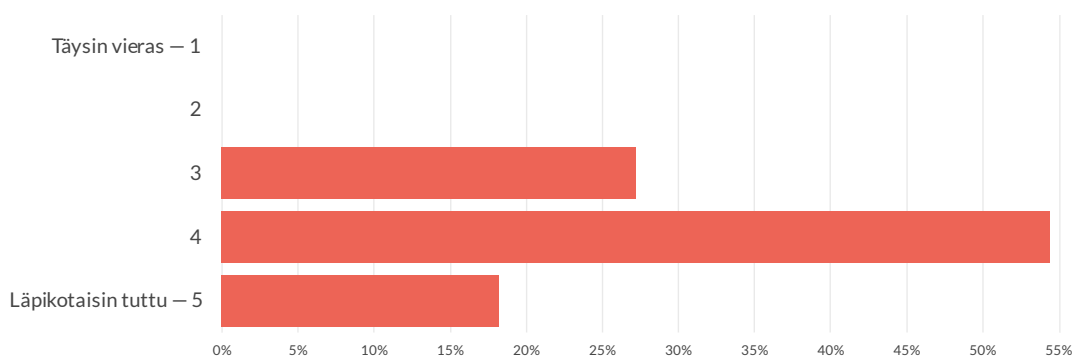
Kireiden muotovaatimusten sijaan tiedon käyttäjä nähtiin osassa vastauksissa tuottajaa sopivampana paikkana jouston sisällyttämiseen: ”Oleellisempaa olisi luoda työtavat, joilla eri toimijat pystyisivät joustavasti hyödyntämään epästandardia tietoa omissa tietojärjestelmissään”. Eri-laisten ohjeiden suuri määrä ja niiden vaihtelevuus koettiin haitalliseksi työn sujuvuuden kannalta. Lisäksi yhtenä huolena kyselyn vastauksissa esitettiin

erilaisten ohjelmien erilaiset toimintalogiikat ja näiden paimentaminen saman vakioinnin alle.

Tutkimukseen osallistuneiden toimistoiden sisäisissä ohjeistuksissa käsiteltiin sekä tietomallinnusperiaatteita että 2D-dokumenttien vaatimuksia, kuten rakennusosien parametrisointia, yhdistelmämallin luomista, luetteloiden tuottamista, yleisiä mallinnusmenetelmiä, piirustusten nimeämistä, tilojen ja vyöhykkeiden tietosisältöä sekä nimeämisperiaatteita. Ohjelmistokohtaisia ohjeita esiintyi usein.

4.2.11 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Osiossa kysyttiin, miten tutuksi vastaajat kokivat Yleiset tietomallivaatimukset 2012 - ohjeistukset. Erityisesti keskityttiin arkkitehtimallintamisen kannalta oleellisiin osiin: Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu ja YTV2012 Täydentävä liite ARK Tilaajan ohje. Yleistä tuntemista mitattiin asteikolla yhdestä viiteen (1 — ei yhtään tuttu, 5 — läpikotaisin tuttu). YTV2012 oli vastaajille sangen tuttu, yli 70% prosenttia vastaajista vastasi numerolla 4 tai 5; yhtään alle kolmea ei vastattu. Tietomallintamisen käyttö Suomessa -kyselyssä (RTS ym. 2013) 52% vastaajista vastasi tuntevansa Yleiset tietomallivaatimukset. RTS:n kyselyssä ei eroteltu arkkitehtien ja muiden toimijoiden vastauksia, joten ero selittyyneen vuoden 2013 kyselyn laajemmalla vastaajakunnalla, mutta voi myös viitata YTV:n laajentuneeseen tuntemiseen.

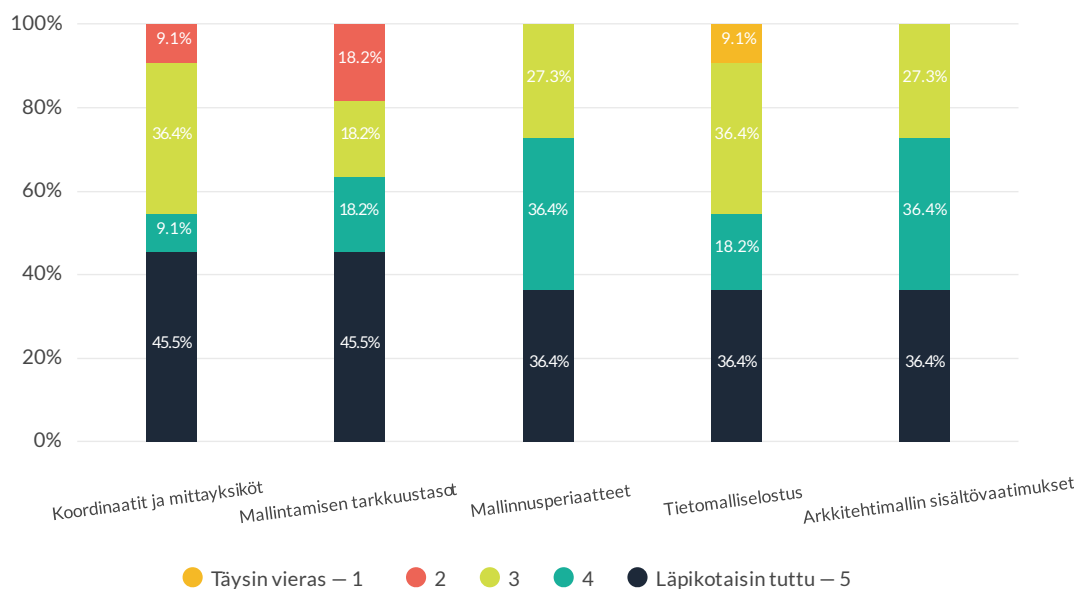


Kuva 12. Vastaajien perehtyneisyys Yleisiin tietomallivaatimuksiin 2012

Osan 3 (Arkkitehtisuunnittelu) aliosioiden tuntemista arvioitiin samalla mittarilla. Aliosiot eriteltiin seuraaviin otsikoihin:

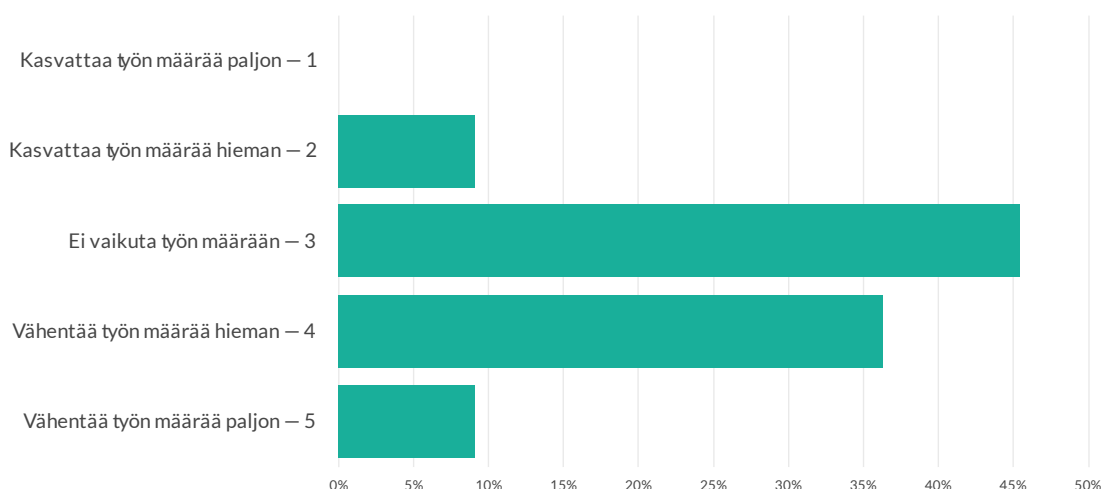
- Koordinaatit ja mittayksiköt
- Mallintamiset tarkkuustasot
- Mallinnusperiaatteet
- Tietomalliselostus
- Arkkitehtimallin sisältövaatimukset

Aliosiot olivat vastaajille vastaavasti tuttuja. Koordinaatit ja mittayksiköt sekä mallintamisen tarkkuustasot olivat parhaiten tunnettuja, tietomalliselostus sisältöineen huonoiten. Hajonta ei ollut suurta.



Kuva 13. Vastaajien perehtyneisyys YTV 2012 Osan 3 aliosioihin

YTV:n ohjeiden seuraaminen pääosin vähentää tai ei merkittävästi vaikuta vastaajien työ-
määrään. Vajaa puolet (45.5%) vastaajista totesi YTV:n vähentävän työnsä määrää. Sa-
man verran vastasi, ettei vaikutusta ollut.



Kuva 14. YTV:n ohjeiden seuraaminen vaikutukset vastaajien työhön

***Sisältääkö YTV kohtia, joissa oman työsi näkökulmasta olisi lisättävää tai tarkennet-
tavaa? Millaisia asioita tulisi tarkentaa?***

Pääosa vastaajista tarkentaisi YTV:n ohjeita jollain tapaa. Tietomallinnuksen tarkoituk-
sen ja tavoitetasojen tarkempi määrittely toistui useissa vastauksissa. Tämä helpottaisi
tietomallin tilaamista ja parantaisi hyödyntämisen mahdollisuuksia. Mallintamisen tar-
koituksen kiteytys sekä tilaajalle että suunnittelijalle nähtiin tärkeänä: ”Nykyisin osa ti-
laajista haluaa tietomallin, mutta ei tunnu itse oikein ymmärtävän edes miksi. Tuntuu että
sitä pyydetään joskus, vain koska se nyt alkaa olla standardi. YTV voisi olla tilaajalle
helppo apuväline mallin tason määrittelyyn arkkitehtisuunnittelua tilattaessa”.

Muita toivomuksia YTV:n tarkentamiseen olivat pääsuunnittelijan roolin selventäminen,
mallintamiseen ja koordinointiin liittyvä kustannustieto, työmaan aikaiset tarkemittaukset
korjausrakentamisessa ja mallin sijainti koordinaatistossa. Tarkemmille, ohjelmistokoh-
taisille ohjeille mm. koordinaatistojen kanssa toimimiseen oli myös kysyntää.

4.2.12 Muut yleisten ohjeiden aiheet

Oletko havainnut työssäsi muita asioita tai tilanteita, joista olisi mielestäsi hyödyllistä laatia yleinen ohjeistus?

Vastaukset keskittyivät alan yleiseen tiedonsiirtoon ja yhteistyön sujuvoittamiseen. ARK- ja tuotevalmistajien malleille toivottiin vakioidumpaa muotoa: ”Olisi mukava, jos suomessa olisi vakioidut parametrit, joihin elementtien tietoa tallennetaan. Monissa muissa maissa tällainen hanke on ymmärtääkseni olemassa. Tämän myötä valmistajien tuotteita ei tarvitsisi muokata omaan standardiin jokaisen familyn kohdalla, vaan kotimaiset valmistajat osaisivat käyttää valmiiksi yhdessä sovittuja parametrien nimikkeitä”. Elementtien tietosisältöjä joudutaan litteroimaan, taulukoimaan ja esittämään eri muodoissa, joten niiden tulee käytännössä olla vakiomuotoisia ainakin toimisto- tai projektitasolla. Talo 2000 -nimikkeistön soveltuvuutta tietomallihankkeessa kyseenalaistettiin ja toivottiin tilalle sopivampaa ja mielellään kansainvälistä yleisnimikkeistöä.

Ohjeistusten määrää tärkeämmäksi asiaksi nostettiin niiden seuraamisen taso: ”Jos käytettäisiin edes nykyisiä ohjeita niin asiat olisivat paremmin. Asenteista enemmän kiinni. Tietoa kyllä on saatavilla”.

5. YHTEENVETO

5.1 Kyselytutkimuksen tulokset ja peilaus kirjallisuuteen

Kyselytutkimuksessa esiin nousseita, arkkitehdin työssä toistuvia tai aikaa vieviä suunnitteluvaiheita olivat

- Projektin aloitus
- Lähtötietojen tarkistus
- Rakennusosien määrittäminen
- Piirustusten, planssien ja näkymien luonti
- Tietomallin ylläpito ja mallin oikeellisuuden tarkistus
- Tulosteiden, 2D-dokumenttien ja Export-tiedostojen luonti sekä niiden oikeellisuuden tarkistus
- Muutosten hallinta ja revisiointi

Projektin aloitukseen kuluva aika oli odotettua, sillä kirjallisuuden perusteella tietomallinnettavien hankkeiden suunnittelu sekä niissä tapahtuva tiedon tuottaminen on etupainotteista (mm. Eastman et al. 2007; Korpela 2012; RTS 2013; Riihiluoma 2017), mutta toisaalta tätä ei aina riittävällä tavalla huomioida hankkeen suunnitteluajakauluissa (mm. Kämppi 2013; Troberg 2015). Projektin aloitus sisältää erilaisia suunnittelua ja mallintamista valmistelevia työvaiheita, joihin arkkitehtimallin vakiointi tuskin suuresti vaikuttaa.

Lähtötietojen tarkistus on kriittinen osa suunnittelun aloittamista. Lähtötietojen puute, niiden virheellisyys tai niiden myöhästyminen aiheuttavat kirjallisuuden perusteella jonkin haasteita suunnittelulle. Esimerkiksi Trobergin (2015, s. 50) mukaan arkkitehdit saavat rakennuttajalta tai projektipäälliköltä usein melko kevyet lähtötiedot. Loppuja tietoja täytyy etsiä useista lähteistä ja odottaa sähköposteihin vastaamista. Kyselytutkimuksessa mainituista, usein turhan myöhään saatavista lähtötiedoista hankkeen laajuus, tilaohjelma ja haluttu laatutaso esiintyivät myös Trobergin tutkimuksessa.

Rakennusosien määrittäminen sisältää rakennusosien nimeämisen, tyypittämisen sekä paloluokkien ja muiden attribuuttien määrittämisen. Määrittelyt tarkentuvat suunnittelun edetessä, mutta usein esimerkiksi rakennetyypit ovat saman tyyppisissä hankkeissa suhteellisen vakioituja. Trobergin tutkimuksessa (2015, s. 50) suunnittelijat toivoivat saavansa rakennetyypivalintojen lopulliset tiedot mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, sillä ne vaikuttavat oleellisesti kokonaisuuden mallintamiseen.

Piirustusten, planssien ja näkymien luonti alustaa 2D-dokumenttien tuottamista.

Tietomallin ylläpito ja mallin oikeellisuuden tarkistus koettiin toistuvana työvaiheena. Ylläpitoon kuuluu mm. tarkistaa, että mallin elementit on mallinnettu tai sidottu oikeisiin

kerrostasoihin, niillä on oikeat tunnistetiedot (kuten nimi, tyyppi, Talo 2000 -luokitus, kuvataso ja yksilöllinen tunniste) sekä vaiheistukseen, lohkojakoon tai inventointimalleissa rakenteen varmuuteen/tarkkuuteen liittyvät tiedot. Tietomallin laadunvarmistus on tärkeää. Kirjallisuuskatsauksessa todettiin, että arkkitehtimallien laatuongelmat aiheuttivat ongelmia muille suunnittelijoille, jotka käyttivät arkkitehtimallia lähtötietonaan (Korpela 2011), määrälaskentaan (Troberg 2015), urakoitsijoille (Tagg 2017) ja työmaalle (Kerosuo et al. 2015; Korpela 2011; Uusitalo 2013). Gerbov (2014) nimesi laadunvarmistuksen puutteen yhdeksi tietomallintamisen käyttöönoton haasteista. Tarkistusten tarvetta ei voi poistaa, mutta varsinaisia tarkistuksia helpottamaan on mahdollista laatia ohjelmallisia työkaluja; esimerkiksi Trobergin (2015) tutkimuksessa ArchiCADIin laadittiin objekti laajuus- ja tehokkuuslukujen suunnittelunaikaiseen tarkkailuun ja raportointiin. Työkaluja mallien tarkistamiseen laaditaan lähinnä yritystasolla. Kansallinen (tai kansainvälinen) tietosisällön vakiointi mahdollistaisi tarkastustyökalujen laajemman käyttöönoton, joten vakioinnin voidaan nähdä sitä kautta välillisesti helpottavan ylläpitoa. Ylläpidon tarvetta vakiointi ei poista, ja YTV:n mukaan suunniteltaessa suunnittelijat ovat itse vastuussa tietomalliensa laadusta ja niiden kuntoon saattamisesta (RT 10-11071 2012).

Tulosteiden ja 2D-dokumenttien tuottaminen mallista on sinänsä helppoa, mutta vaiheistuu jokaisen muutoksen jälkeen. 2D-dokumentteja (PDF- ja DWG-piirustukset) käytetään sekä suunnittelijoiden välisessä kommunikoinnissa että viranomaisrajapinnassa mm. rakennuslupaa haettaessa. IFC-tiedostoja tuotetaan natiivimallista tietomallien yhteensovittamiskokouksiin. Tiedonsiirto ei ole reaaliaikaista, vaan perustuu suunnittelumallista irrallisten tiedostojen tuottamiseen, tarkastamiseen ja siirtämiseen, mikä vastaa kirjallisuuskatsauksessa havaittuja haasteita (mm. Gerbov 2014 ja Kerosuo et al. 2015).

Muutosten hallinta ja revisiointi koettiin haasteelliseksi, mikä on linjassa kirjallisuuden kanssa. Muutokset, varsinkin lupavaiheessa ja sen jälkeen tapahtuvat, ovat työläitä, kalliita, viivästyttävät aikataulua ja niiden tekemiseen ei varata aikaa (Troberg 2015; Riihiluoma 2017); erityisesti tietomallihankkeissa muutosten tekeminen pitkälle vietyihin ja tarkkaan mallinnettuihin hankkeisiin vie tavallista enemmän aikaa (Kämppe 2013).

Ohjeistuksiin ja vakiointiin suhtauduttiin vaihtelevasti. Vakiointiin epäilevästi suhtautuvat eivät pitäneet ehdotonta yhdenmukaisuutta suunnittelutyön kannalta oleellisena. Uuden standardin pelättiin käytännössä muodostuvan yhdeksi lisästandardiksi jo nyt monimutkaiseen vaatimuskokoelmaan. Erilaisten ohjeiden koettiin hidastavan arkkitehdin työtä. Toisaalta osa näki yhteiset pelisäännöt elintärkeiksi hankkeen onnistumisen kannalta, ja parantavan varsinkin suurten hankkeiden työstämistä. Vastausten perusteella tietosisällön lisääminen malliin ei ollut vaikeaa, mutta tiedon louhiminen mallista taulukoihin tai muuhun käyttöön paikoin kankeaa; tietosisällön vakioimuotoisuuden nähtiin helpottavan tätä.

Kahtalaista suhtautumista ohjeistuksiin esiintyy myös kirjallisuudessa. Trobergin haastattelututkimuksessa (2015, s. 50—51) vakioidut suunnittelualustat, ohjeet ja tyyppikirjastot jakoivat suunnittelijoiden mielipiteitä. Tiukat ohjeet koettiin haitallisiksi ja suunnittelua rajoittaviksi. Huomioitavia reunaehdoja on tavallisessakin hankkeessa paljon, ja kokonaisuudeltaan parasta ratkaisua etsittäessä useimmiten jossakin osatavoitteissa joudutaan joustamaan. Toisaalta Trobergin tutkimuksessa suurin osa näki vakioinnissa ja systematiikassa hyötyjä kaikille hankkeen osapuolille. Vastaajat toivat esille, että ongelmia esiintyy, jos vakioratkaisuista pidetään liian tiukasti kiinni myös hankkeissa, joihin ne eivät kuulu tai joissa niistä on haittaa. Sekä tässä että Trobergin tutkimuksissa arkkitehdit kaipasivat ohjeistukselta joustavuutta. Tohmon haastatteluissa esiintyi erilaisia suhtautumisia YTV:n toimivuuteen ja tietomalliohjeiden noudattamisen tärkeyteen. Tohmo (2015) toteaa, ettei tietomalliohjeilla ole tarkoitus eikä niillä pystytä tekemään suunnittelijoiden työstä niin yksiselitteistä, että suunnittelijalle jäisi vain yksi käytännön toteutusvaihtoehto, vaan ohjeita laadittaessa suunnittelijoille on jätettävä luovuuden vapaus.

Rakennusliike NCC:n tietomallipohjaista kustannuslaskentaprosessia kuvaavassa ja kehittävässä tutkimuksessa (Tarpila 2016) esiintyi samanlaisia mielipiteitä. Kustannuslaskentaa varten tietomallin tietosisältöä ei NCC:llä haluttu lähteä määrittämään liian tarkasti tai vaatimaan suunnittelijoilta liian spesifiä tapaa tallentaa suunnittelutieto malliin (Tarpila 2016, s. 52 — 53). Kaikkien suunnittelutoimistojen ja -ohjelmien taipuminen yhteen tietynlaiseen tallentamisen tapaan nähtiin hankalana; sen sijaan määrällisten tuottamisprosessiin mallista toivottiin joustavuutta ja virheensietokykyä.

Yhtenä huolena kyselyn vastauksissa esitettiin erilaisten ohjelmien erilaiset toimintalogiikat ja näiden paimentaminen saman vakioinnin alle. Myös Korpelan (2011, s. 30) tutkimuksessa ohjelmistotekniikka esiintyi arkkitehtien mainitsemista tietomallintamisen ongelmista toiseksi suurimpana, heti mallintamisen aiheuttaman ylimääräisen työn jälkeen. Muilla suunnittelualoilla ohjelmien toimimattomuus oli vähäisempi ongelma. Suunnitteluohjelmat myös tuottavat määrätietoa toisistaan eriävillä tavoilla (Kallio 2017, s. 102). Ohjelmistoteknisiä ongelmia ei tässä kyselyssä tutkittu tarkemmin, mutta ne on syytä huomioida varsinaisessa vakiointityössä. BuildingSMART Finland:n nimikkeistöesitys (buildingSMART Finland 2018a; 2018b) sisältääkin ohjelmistokohtaisia huomioita.

Huonon tilaamisen todettiin aiheuttavan monentyyppisiä ongelmia hankkeen aikana. Tietomallihankkeen aikataulutuksessa koettiin haasteita, esimerkiksi luonnossuunnittelulle ei varattu tarpeeksi aikaa. Vastaajat kokivat, että tilaajalta kaivattuja päätöksiä tehtiin viiveellä, mikä joko hidasti suunnittelua tai aiheutti muutoksia myöhemmässä vaiheessa. Muutosten kuormittavuutta ei vastaajien mukaan ymmärretty tilaajapuolella, eikä niiden tekemiseen varattu tai haluttu varata aikaa. Osa vastaajista koki, että tietomallinnus tilattiin vain, koska se alkaa olla standardi, ja ettei mallinnuksen vaatimiin lähtötietoihin ja aikatauluun sitouduttu. Tietomallinnuksen hyödyntäminen, mallin käyttö ja mallintami-

sen vaatimustaso koettiin epäselväksi, mikä jättää tulkinnanvaraa mallinnettavan tietosisältöön. Vastaavaa todettiin Trobergin (2015) tutkimuksessa, jossa tilaajan tietomallin hyödyntäminen esimerkiksi laskennassa jäi epäselväksi suunnittelijoille, mikä voi johtaa liian tarkkaan ja sitä kautta turhaan ylimallintamiseen. Lisäksi tämä lisää muutosten kuormittavuutta vielä entisestään. Tohmon (2015) mukaan tietomalliohjeiden, mallintamiselle esitettyjen vaatimusten ja määrittelyjen tulisi olla osa tilaajan ja suunnittelijan välistä suunnittelusopimusta. Kyselytutkimuksen vastauksissa arvioitiin, että tarkemmat mallin-
nusohjeet ja YTV voisivat olla tietomallinnuksen tavoitetason määrittelyä ja sitä kautta tilaamista helpottava apuväline.

5.2 Tutkimuksen tarkastelu

Tässä luvussa tarkastellaan tutkimuksen osa-alueita ja tutkimustulosten luotettavuutta sekä niiden yleistettävyyttä.

5.2.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen aineisto oli määrällisesti pieni (11 vastaajaa). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tavoitteena on usein jonkin ilmiön ymmärtäminen, ei tilastollisten yhteyksien etsiminen; tutkimusaineiston ei tästä syystä tarvitse välttämättä olla suuri. Toisaalta aineiston sopivaa kokoa on vaikea määrittää. Yksi kriteeri aineiston koon määrittämiselle on aineiston kylläntymisen eli saturaation käsite. Aineiston kylläntymisellä tarkoitetaan sitä tilaa, kun uudet tapaukset, vastaukset tai haastattelut eivät enää tuo tutkimusongelman kannalta uutta tietoa. Kylläntymispistettä on mahdoton määrittää tarkasti, koska on aina mahdollista, että uusi lisäaineisto tuo mukanaan uuden näkökulman, varsinkin aineistokokojen ollessa pieniä. Kyselytutkimuksen vastaukset olivat pitkälti linjassa keskenään, mikä antaa viitteitä siitä, ettei lisäaineisto olisi tuonut merkittäviä uusia näkökulmia ilman vastaajajoukon rajauksen muuttamista. Aineistossa oli vaihtelevia mielipiteitä, mutta niille löytyi tukea kirjallisuudesta. Tässä mielessä aineiston kokoa voidaan pitää riittävänä. Toisaalta kysymykset olivat avoimia ja laajoja, ja niihin oli mahdollista vastata ympäröivästä. Tarkempi ja detaljoidumpi kysymystenasettelu olisi todennäköisesti tuonut esille lisää eroavaisuuksia aineistossa. Tuomen ja Sarajärven (2002) mukaan erilaisuuden ja heterogeenisyyden tutkiminen edellyttääkin saturaation näkökulmasta kooltaan suurempaa aineistoa kuin yhdenmukaisuuden ja homogeenisyyden etsiminen (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, s. 49—51).

Kysely osoitettiin Suomen mittakaavassa merkittävälle, suurille ja keskiuurille tietomallinnusta käyttäville arkkitehtitoimistoille. Toimistoissa kyselyyn saattoi periaatteessa vastata kuka tahansa, mutta saatteessa kysely pyrittiin ohjaamaan kokeneemmille, sekä tietomallien että suunnittelutehtävien kanssa toimiville suunnittelijoille. Kaikki vastaajat olivat kuitenkin kyselyn perusteella kokeneita ja tekemisissä useiden tietomallihankkeiden kanssa, joten aineistoa voidaan pitää tarkoituksenmukaisena. Vastaajien kerääminen

muistuttaa Tuomen & Sarajärven (2002) ns. eliittiotantaa, jossa tiedon tuottajiksi valitaan henkilöt, joilta uskotaan saatavan parhaiten tietoa tutkittavasta ilmiöstä (ks. Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Aineiston tarkoituksenmukaisuus on yksi kvalitatiivisen tutkimuksen yleistettävyyden kriteereistä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, s. 50—52).

Kyselytutkimuksen kysymyksien asettelusta, niiden päällekkäisyydestä ja pienestä aineistokoosta johtuen yksittäiset mielipiteet saattoivat toistua vastauksissa ja saada tarpeettoman paljon näkyvyyttä. Tämä huomioitiin aineistoa analysoitaessa. Lisäksi vastausten perusteella osassa vastauksista sekoitettiin koneluettavuuteen tähtäävä tietosisälön muodon vakiointi ja yleinen mallinnuskäytäntöjen ja -toimintatapojen yhdenmukaistaminen. Tämän olisi luultavasti voinut välttää tarkemmalla kysymystenasettelulla ja termien määrittelyllä.

Toisin kuin haastattelututkimuksessa, kyselytutkimuksessa tutkijalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa vastaamistilanteeseen. Tämä voi olla sekä hyvä, että huono asia. Vapaavalintainen aikataulu saattaa rohkaista motivoitunutta vastaajaa miettimään vastauksiaan pitempään ja laajemmin; toisaalta työn ohella tehtävään nettikyselyyn vastaaminen saattaa saada osansa työkiireistä ja -stressistä, ja siten tuottaa laadullisesti huonompia vastauksia kuin muuten vastaava, mutta etukäteen sovittu ja aikataulutettu teemahaastattelu. Vastaamistilannetta ei tutkimuksessa kontrolloitu eikä ohjeistettu; tosin vastaamiseen kuluva ajasta annettiin vastaajille arvio etukäteen. Yhdessä kyselyn loppupuolen vastauksessa todettiin suoraan, että vastaajalta loppui aika. Osa vastauksista oli hyvinkin mietittyjä ja laajoja, toiset toteavia ja lyhyitä; on vaikea arvioida, liittyvätkö nämä vastaamistilanteeseen ja aikatauluhaasteisiin vai vaikkapa vastaajien henkilökohtaiseen mielenkiintoon. Tähän liittyvää epävarmuutta olisi voinut vähentää laajemmalla aineistolla.

6. PÄÄTELMÄT

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää arkkitehtimallin sisällön vakioinnin vaikutuksia arkkitehdin työn määrään ja sisältöön. Tulosten perusteella vakiointi ei suuresti vaikuttanut työn määrään, mutta voi selkiyttää epäselviä vaatimuksia ja helpottaa tai parantaa tilaamista. Käytössä olevat hanke- ja tilaajakohtaiset ohjeet ja niiden moninaisuus koettiin hankalana, joten yksi kansallinen standardointi selkiyttäisi ohjekenttää. Kansallista standardia voitaisiin hankekohtaisissa ohjeissa käyttää suoraan, täydentää tai siihen voidaan viitata. Standardin ei tarvitsisi kattaa kaikkea mahdollista käyttöä, mutta jo pohjan luominen ja ns. tavallisen tietosisällön vakiointi poistaisi suuren osan toistensa kanssa kilpailevista tilaajaohjeista. Hanke- ja tilaajakohtaisten ohjeistusten tarvetta vakiointi ei poista, kuten kirjallisuuskatsauksessa todettiin, mutta sisällön yhtenäisyys vähentäisi päällekkäisyyttä.

Arkkitehdin työn määrään vakiointi ei tulosten perusteella suoraan vaikuta. Työllistävistä työvaiheista suurimmiksi koettiin toistuvat, tiedonsiirtoon liittyvät ja sitä valmistavat toimenpiteet, tietomallin ylläpito, dokumenttien ja vientitiedostojen mallista tuottaminen sekä muutosten hallinta; näihin sisällön vakiointi ei suoraan vaikuta. Voidaan nähdä, että vakioitu tietosisältö helpottaa tietomallin ylläpitoa helpottavien ohjelmallisten työkalujen tekemistä, jakamista ja laajamittaisempaa käyttöä, mutta tarkistusten ja mallin oikeellisuuden varmistamisen jää silti toistuvaksi tehtäväksi aina tiedonsiirtoaineistoa valmisteltaessa. Projektin aloitukseen ja lähtötietojen tarkistukseen kuluvaan aikaan vakioinnilla ei niin ikään liene suurta, jos minkäänlaista vaikutusta. Koska nykyisten, mallinnuskäytäntöjä yleisemmin ja laajemmin yhdenmukaistavien YTV:n ohjeiden seuraamisen ei koettu vaikuttavan suuresti tehtävään työn määrään ja tietosisällön malliin lisäämisellä koettiin olevan hyvin pieni ajallinen merkitys, vakioinnin vaikutusten voidaan todeta olevan pääasiassa välillisiä.

Voidaan nähdä, että vaikei tuotettavan tiedon vakiointi vaikuta yksittäisen arkkitehdin tai arkkitehtitoimiston arkeen, sillä on merkitystä osana suurempaa rakennushankkeen läpivientiprosessin vakioimista. Yhtenäisten toimintatapojen puute haittaa tietomallintamisen täyden potentiaalin käyttöön ottamista ja hyödyntämistä. Monissa toimistoissa laaditaan sisäistä vakiointia toimintatapojen yhtenäistämiseksi, mutta tämän vakiointityön hyödyt eivät näy toimistojen ulkopuolelle.

LÄHTEET

- Azhar, S., Hein, M. & Sketo, B. (2009). *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. International Proceedings of the 44th Annual Conference, Associated Schools of Construction. 2.—5.4.2008. Auburn, Alabama, USA. 11 p.
- buildingSMART (2010). *Information Requirements for Model-based Quantities. Definition of Base Quantities*. BuildingSMART German Speaking Chapter. 15 p.
- buildingSMART Finland (2018a). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Liite: Arkkitehtimallin tietosisällön nimikkeistö, suunnittelualakohtainen IFC-propertyset*. Lausunnolla oleva ohjeluonnos. Saatavissa (viitattu 2.7.2018): <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2017/05/YTV-2012.-Osa-3.-Arkkitehtisuunnittelu.-Liite-Arkkitehtimallin-IFC-prope....pdf>
- buildingSMART Finland (2018b). *Lausuntopyyntö 2.5.2018*. Verkkoaineisto. Saatavissa (viitattu 2.7.2018): <https://buildingsmart.fi/lausuntopyynto/>
- Chelson, D. E. (2010). *The Effects of Building Information Modeling on Construction Site Productivity*. UMD Theses and Dissertations, University of Maryland. 314 p.
- Chien, K.-F., Wu, Z.-H. & Huang, S.-C. (2014). *Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study*. Automation in Construction 45 (2014), pp. 1—15.
- Ding, L., Zhou, Y. & Akinci, B. (2014). *Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD*. Automation in Construction 46 (2014), pp. 82—93.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons. 490 p.
- Forsblom, K. (2013). *Rakennettavuuden arviointi arkkitehti- ja talotekniikkasuunnittelussa*. Diplomityö, Aalto-yliopisto. 75 s.
- Framework for building information modelling (BIM) guidance*. International Organization for Standardization, ISO/TS 12911:2012, 2012. 25 p.
- Gerbov, A. (2014). *Process improvement and BIM in infrastructure design projects — findings from 4 case studies in Finland*. Master's Thesis, Aalto University. 105 p.

- Jaakkola, E., Orava, M. & Varjonen, V. (2009). *Palvelujen tuotteistamisesta kilpailuetua. Opas yrityksille*. Tekes. Helsinki, Libris Oy. 44 s.
- Kallio, S. (2017). *Rakentamisen määrätietojen hallinta tietomallihankkeessa*. Väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, julkaisu 1497. 129 s.
- Karhu, M. (2013). *Rakennussuunnittelun ohjauksen kehittäminen talonrakennusyrityksen kannalta*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 92 s.
- Katajamäki, H. (2017). *Rakennuksen tietomallintamisen hyötyjen kartoittaminen oma-perusteisessa asuinkerrostalotuotannossa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 73 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201609084492>
- Kautto, T. (2012). *Elementtisuunnittelun mallinnusohje BEC2012*. Betoniteollisuus ry. 38 s.
- Kerosuo, H., Miettinen, R., Paavola, S., Mäki, T. & Korpela, J. (2015). *Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects*. Production, vol. 25, no 2, São Paulo, April/June 2015. 10 p.
- Korpela, J. (2011). *Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolien näkökulmasta*. Diplomityö, Aalto-Yliopisto. 66 s.
- Korpela, J. (2012). *Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa*. KONSEPTI — Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1—2). 24 s. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/153346>
- Kruus M. & Kiiras, J. (2007). *Suunnittelun ohjaus SUKE-mallissa*. Rakentajan kalenteri 2007, s. 370—382, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy Rakennusmestarit ja insinöörit AML RKL ry. 12 s.
- Kämppi, V. (2013). *Tietomallit ja Last Planner -menetelmä rakennustuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 58 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201312191509>
- Laitinen, J. (1998). *Model based construction process management*. Väitöskirja, Högskoletryckeriet, KTH, Stockholm. 136 p.
- Lassila, R. (2016). *Tietomallintaminen ja LEAN-työskentely rakennushankkeen suunnittelunohjauksen apuvälineenä*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 149 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201609084495>
- Lemponen, M. (2011). *Tietomallin analyysit ja simulaatiot rakennushankkeessa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 78 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201212031352>

Mäki T. (2012). *Rakentamisen tietomallintaminen -tutkimushankkeen esittely*. KONSEPTI — Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1—2). 7 s. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/153349>

Mäki T., Paavola S., Kerosuo H. & Miettinen R. (2012). *Tietomallintamisen käytöt rakentamisessa*. KONSEPTI — Toimintakonseptin uudistajien verkkolehti, 7 (1-2). 19 s. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/153347>

Ohjeita suunnittelijoille (2016). Vantaan kaupunki, maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala, tilakeskus. 52 s.

Paakki, H. A. (2010). *Tietomallintamisen hyödyntäminen rakennusliikkeessä*. Opinnäytetyö, Vaasan ammattikorkeakoulu. 63 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200912218393>

Palos, S. (2010). *Tietomalliprosessi — tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 62 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201006171174>

Rakennusteollisuus Ry. *Elementtitunnukset*. Verkkoaineisto, saatavilla (viitattu 12.7.2018): <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/elementtitunnukset>

Rakennustietosäätiö RTS, buildingSMART Finland, RIBA Enterprises Ltd. (2013). *Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa - Kyselyn tulokset*, Rakennustietosäätiö RTS.

Riihiluoma, J. (2017). *Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen kriittisten pisteiden tunnistaminen*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 76 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201711132136>

RT 10-10992 (2010). *Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 13 s.

RT 10-11066 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 21 s.

RT 10-11068 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 17 s.

RT 10-11071 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 15 s.

RT 10-11072 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 24 s.

RT 10-11076 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 24 s.

RT 10-11080 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Esittely*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 4 s.

RT 10-11108 (2013). *Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS12*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 12 s.

RT 10-11109 (2013). *Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 20 s.

RT 10-11208 (2012). *Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Tilaajan ohje. Mallinnustarkkuus*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 7 s.

RT 10-11284 (2017). *Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 32 s.

RT 15-10635 (1997). *Esitystapaohjeet. Rakennuspiirustukset*. Helsinki, Rakennustieto Oy. 24 s.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto*. Verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Saatavissa (viitattu 3.7.2018): <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus>

Salmela, P. (2013). *BEC-luttelot tietomallista*. Betoni-lehti, 1/2013. Suomen Betonitieto Oy, s. 74—75.

Sanastokeskus TSK (2016). *Kiinteistö- ja rakentamisan keskeinen sanasto*. Versio 1.0. Helsinki. 66 s.

Silius P. (2013). *Rakentamisen tietomallintamisen oikeudelliset haasteet*. Rakentajan kalenteri 2013, s. 85—94, Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy, Rakennusmes-tarit ja insinöörit AML RKL ry. 10 s.

Silius-Miettinen P. (2011). *Rakentamisen tietomalli — huomioitavaa hankinnoissa ja ennakoivassa sopimisessa*. Pro Gradu, oikeustieteiden laitos, yhteiskuntatieteiden ja kauppatieteiden tiedekunta, Itä-Suomen yliopisto. 99 s.

Silius-Miettinen P. & Kähkönen K. (2017). *Contractual and Ownership Aspects for BIM*. International research conference 2017: Shaping tomorrow's built environment, conference proceedings, 11—12 September, pp. 177—188. University of Salford. 12 p.

Succar, B. (2009). *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction 18, pp. 357—375.

Tagg, M. C. (2017). *The State Of BIM-Based Quantity Take-Off Implementation Among Commercial General Contractors*. All Theses and Dissertations, Brigham Young University, 6607. 114 p.

Tarpila, S. (2016). *Tietomallipohjaisen kustannuslaskennan hyödyntäminen rakennusliikkeessä*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 92 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201609084492>

Tauriainen M., Marttinen P., Dave B. & Koskela L. (2006). *The effects of BIM and lean construction on design management practices*. Procedia Engineering 164, pp. 567—574.

Tauriainen, E. (2018). *Suunnittelunohjauksen kehittäminen*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 61 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201712142347>

Tietomalliohje suunnittelijoille (2016). Tampereen kaupunki, tilakeskus, kiinteistökehitys. Revisio 0.4. 17 s.

Tohmo, S. (2015). *Suunnittelijoiden tietomalliohjeet rakennuttajakonsultin näkökulmasta*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 128 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201510011636>

Troberg, S. (2015). *Tietomallipohjaiset vakioratkaisut asuntorakentamisen ehdotussuunnitteluvaiheen kehittämisessä*. Diplomityö, Aalto-yliopisto, 80 s.

Tuuhea, S. (2010). *Tietomalli pääsuunnittelijan apuna — koordinointi vai tietomallikoordinaattori*. Aalto-yliopiston Teknillinen korkeakoulu, Espoo, 10. pääsuunnittelijakoulutus. 40 s. Saatavissa (viitattu 18.06.2018): <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4918/urn100326.pdf>

Uudisrakennusten suunnitteluohje 2017 (2017). Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristö, asuntotuotantotoimisto. 17 s.

Uusitalo, H. (2013). *Tietomallipohjaisen määräenhallinnan hyödyntäminen rakennustuotannossa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 96 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201305241176>

Vakkilainen, J. (2009). *Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 128 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-200906101077>

Virtanen, A. (2018). *Suunnittelunohjausprosessin kehittäminen omaperusteisessa asuntotuotannossa*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 91 s. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201803151381>

LIITE 1: KYSELYTUTKIMUKSEN KYSYMYKSET

Sinun tai yrityksesi pääasiallinen toimipaikka

Käyttämäsi suunnitteluohjelmisto tai -ohjelmistot

Lisäksi tietomallien käsittelyssä käytössä on...

Viimeisen 12 kuukauden aikana tietomallinnettujen projektien lukumäärä (joissa olet ollut osallisena)

- 0—2
- 3—5
- 6—10
- 11—20
- 20—50
- Yli 50

Mitä hanketyyppejä projektit edustivat?

- Asuminen
- Toimisto- ja työpaikkarakentaminen
- Liikerakentaminen
- Teollisuusrakentaminen
- Palvelu- ja sairaalarakentaminen
- Julkinen rakentaminen
- Korjaus- ja muutossuunnittelu
- Maankäytön suunnittelu
- Muu

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein projektista toiseen? Millaisia?

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein saman projektin sisällä? Millaisia?

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, joihin kuluu suhteessa suuri määrä aikaa? Millaisia?

Mistä edellisten vaiheiden toistuvuus tai kuluttavuus johtuu?

Millaista tietosisältöä näissä vaiheissa tuotetaan? Millaista tietoa mallinnetaan?

Onko edellämainituille tietosisällöille annettu määrämuoto? Minkä tahon toimesta? (Asiakas, viranomainen, yleinen- tai sisäinen ohjeistus...)

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian aikaisessa vaiheessa?

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian myöhäisessä vaiheessa?

Miten edellä kuvatut asiat vaikuttavat työhösi?

Mitä tietoja tai millaisia päätöksiä omasta näkökulmastasi tulisi olla lukittuna kun siirrytään...

- ... hankesuunnittelusta ehdotussuunnitteluun?
- ... ehdotussuunnittelusta yleissuunnitteluun?
- ... lupavaiheeseen?
- ... yleissuunnittelusta toteutussuunnitteluun?

Liittykö työhösi muita tilanteita, joissa tieto ja tietotarpeet eivät kohtaa optimaalisella tavalla?

Mitkä seuraavista nimikkeistöistä ovat sinulle tuttuja?

- Talo 2000
- Talo 2000 CAD-kuvatasojärjestelmä
- Elementtitunnukset (<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/elementtitunnukset>)

Käytätkö työssäsi joitain muita yleisiä nimikkeistöjä?

Onko toimistossasi käytössä sisäisiä tietomalliohjeistuksia, nimikkeistöjä tai vakiointia?

Jos kyllä, millaisia asioita näissä käsitellään? Koetko ne oman työsi kannalta hyödyllisiksi?

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 liitteineen on minulle...

- *Täysin tuntematon — Läpikotaisin tuttu asteikolla 1—5*

Osan 3 aliosioista minulle tuttuja ovat...

- Koordinaatit ja mittayksiköt
- Mallintamisen tarkkuustasot
- Mallinnusperiaatteet
- Tietomalliselostus
- Arkkitehtimallin sisältövaatimukset

Mielestäni YTV:n ohjeiden seuraaminen vaikuttaa työhöni...

- *Vaikeuttaa tai lisää työn määrää —Helpottaa tai vähentää työn määrää asteikolla 1—5*

Sisältääkö YTV kohtia, joissa oman työsi näkökulmasta olisi lisättävää tai tarkennettavaa? Millaisia asioita tulisi tarkentaa?

Oletko havainnut työssäsi muita asioita tai tilanteita, joista olisi mielestäsi hyödyllistä laatia yleinen ohjeistus?

Herättikö kysely ajatuksia tai onko muuta kommentoitavaa? Vastauksia kysymyksiin joita ei kysytty? Vapaa sana:

LIITE 2: KYSELYTUTKIMUKSEN AVOIMET VASTAUKSET

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein projektista toiseen? Millaisia?

Asiakirjojen tuottaminen mallista toistuu. Saman tyyppisten piirustusten tuottaminen mallista toistuu ja ne on aina tehtävä tyhjästä jokaisessa projektissa.

Aloitustilanteen luonti eli sijainti, korkoasema, kerrokset, pohjakartta, maasto, olemassa olevat rakennukset / nykytilanne. Rakennetyyppien luominen ja rakennusosien nimeäminen (ID). Näkymien ja planssien luominen. Rakennusosien tietojen täydennys (paloluokka, db-arvo jne.) Rakennussuunnitteluhankkeissa tilojen luominen ja vyöhykkeiden (archicadin tilatyökalu) tietojen täydennys ja esitystavat.

Kaikki arkkitehtisuunnittelun vaiheet luonnoksista detaljien tekemiseen?

Kyllä - miltei kaikissa projekteissa on hyvin paljon samankaltaisia työvaiheita. Esim. rungon luonnosmainen mallinnus alkuvaiheessa, ikkunoiden ja ovien mallinnus, asuntokohteissa keittiöiden ja kylpyhuoneiden kalusteet.

Projektia perustettaessa lähtötietojen käsittely ja lähtötilanteen mallinnus (ympäristö ja mahdolliset tontilla olemassaolevat rakennukset) tehdään käytännössä joka projektissa ja nämä joudutaan tietysti tekemään joka kerta alusta asti uudelleen. Tämän jälkeen lähes kaikki projektit etenevät suhteellisen samalla tavalla konsepti- tai luonnossuunnittelusta lupavaiheeseen ja työpiirustusvaiheeseen, ja tietomalli tarkentuu karkeasta massamallista tietomallidataa sisältäväksi rakennusosamalliksi.

Siis kaikki vaiheet?

Kysymys on aika laaja. Suurin osa työ- tai mallinnusvaiheista toistuu projektista toiseen. Archicadissa ongelmana on eri rakenneosien kiinnittymättömyys toisiinsa: jos tilaa muokkaa, täytyy jokainen alakatto, lattiapiinnoite, välipohjalaatta, vyöhyke ym. muokata erikseen.

"Toimistomme tietomallihankkeista suurin osa on asuinkerrostaloja, joissa on paljon yhtäläisyyksiä. Samat vaiheet toistuvat pitkälti joka hankkeessa. Toki joka hankkeessa on omat erikoisuutensa ja haasteensa, mutta joka hankkeessa mallinnetaan hormit, kylpyhuonekalusteet, keittiöt jne.

Keynote arvojen tarkistus ja määrittely on joskus myös manuaalista hommaa.

Tilaajan puolelta on tullut valituksia elementtien linkittymisestä väärin tasoihin useammassa projektissa. Asioita on mallinnettu väärälle tasolle tilanteissa, joissa taso on jakautunut useampaan vähän toisistaan eroavaan tasoon (esim. maantasokerroksen liiketilat rinnetontilla)."

Inventointimallien tekeminen lähtöaineistosta (muutkin työt suht vakioituja)

Lähtömalli, ovi- ja ikkunaluettelot, piirustusten planssaus, nimiötietojen täydennys yms. projektikohtaiset valmistelevalle ns. mekaaniset työt

Projektin aloitus, rakennusosien määrittely niin että tieto ja geometria ovat oikein

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, jotka toistuvat usein saman projektin sisällä? Millaisia?

2D-asikirjojen päivittämisruljanssi toistuu viikoittain tai jopa päivittäin.

Näkymien ja planssien luominen, esim. eri tyyppisten piirustusten planssaus. Revisiointi ja piirustusten sekä tietomallin (IFC) päivitys

"Tietomallia täytyy ylläpitää säännöllisesti, jotta sen tietosisältö pysyy selkeänä. Esimerkiksi rakennusosien tyyppityksen tarkastelua, ovien ja ikkunoiden tietosisällön (koko, palo- ja äänieristys, heloitus, väri, etc) yhdenmukaistamista ja täydentämistä, seinäobjektien korkeuden tarkistamista.

Arkkitehtisuunnittelu tapahtuu tyypillisesti tasoprojektiossa, jolloin 3d mallin oikeellisuuden tarkastaminen vaatii oman työvaiheensa."

Ei erityisemmin - asioita tarkennetaan suunnittelun edetessä, mutta pyrkimyksenä on välttää joutumasta tekemään samoja asioita uudestaan.

Erilaisia vaihtoehtoja tehdään projektin alkuvaiheessa useita. Käytännössä "samaa" työtä joudutaan tekemään useita kertoja kunnes tilaaja hyväksyy vaihtoehdon jota jatketaan eteenpäin.

Kaikki

Toistuvien rakennusosien mallinnus, esim. valaisimet, alakatot, asennuslattiat...

Asioiden tarkistamiseen ja tiedon oikeellisuuden varmistamiseen menee kanssa yllättävän paljon aikaa. Tarkistamista joutuu tekemään uudestaan aina muutosten myötä. Tämä ongelma on tosin varmasti ollut hankkeissa jo ennen tietomallinnuksen käyttöön ottoa.

Ei oikeastaan. Mallinnus etenee koko ajan detaljoidumpaan suuntaan.

Projekti planssataan usein moneen kertaan eri vaiheissa (pääpiirustukset, työpiirustukset, loppukuvat jne)

Muutosten hallinta

Liittykö työhösi työ- tai mallinnusvaiheita, joihin kuluu suhteessa suuri määrä aikaa? Millaisia?

Mallista tuotettavan aineiston siirto (export, tulostus) toiseen tiedostoformaattiin syö aikaa varsinaiselta suunnittelutyöltä.

Planssaus ja näkymien päivitys ohjelmasta johtuen (pitkät latausajat).

En koe, että mikään työvaihe veisi suhteettoman paljoa aikaa

Aika lailla kaikkeen kuluu suuri määrä aikaa. Mallintaessa varsinkin projektin alkuvaiheessa kuluu enemmän aikaa kuin perinteisessä viivapiirtämisessä, koska asioita pitää määritellä tarkemmin, ja miettiä myös korkeuksia. Alun suurempi työmäärä korvautuu kyllä myöhemmin, kun piirustuksia saadaan tuotettua mallista lähes napinpainalluksella.

Lähtötilanteen mallinnus (inventointimalli), varsinkin korjaushankkeissa, on usein aikaa vievää, vaikka käytössä olisi hyvä mittausmateriaali (esim. laserkeilaus). Toteutusvaihetta kohti siirryttäessä malli monitukaistuu: mitä yksityiskohtaisemmaksi malli tulee, sitä enemmän aikaa kuluu koko mallin läpikäymiseen tietyllä tarkkuustasolla (esim. ovitietojen pitäminen ajantasalla). Kuitenkin tietomallintamalla nämä tehtävät onnistuvat tehokkaammin ja ovat vähemmän alttiita virheille kuin perinteisessä luettelo- ja piirustus-pohjaisella suunnittelussa jossa toisistaan erillisiä piirustuksia ja tietosisältöjä pitää ylläpitää erikseen.

Lähtötilanteen mallinnus, tarkemmittausten tarkistus ja lähtötiedon päivitys. Toistuvat rakennusosat, kuten ovet, ikkunat, julkisivulevyt, valaisimet, palovaroittimet, joita on lukumäärällisesti paljon, mutta jotka täytyy sijoittaa ja mitoittaa jokaisessa tilassa erikseen. Jos suunniteltais 2D, voisi esimerkiksi muutama periaatepiirustus riittää (esim. valaisin aina tilan keskellä).

"Aika monesti itse mallinnus hoituu suhteellisen nopeasti, mutta mallista esityskelpoisten kuvien ja niihin liittyvien SUOMALAISET standardit täyttävien 2D-piirustusten merkintöjen tekeminen on työlästä (esim. lupakuvien tuottaminen). Monissa asioissa mallinnusohjelmanamme toimiva Revit tuottaisi Yhdysvaltalaisen standardin mukaista materiaalia aika vaivatta. Laadukas Revit-lokalisaatio auttaisi asiaa. Yhtenä esimerkkinä mainittakoon vaikka paloalueiden merkintä, joka olisi melko helppoa, jos asian voisi esittää esimerkiksi värikoodatuilla seinillä, mutta Suomessa on tapana piirtää palokatkot omalla viivatyyppillään, mikä Revitissä vaatii käsityötä. Sama pätee mm. alakattojen diagonaaliiviivoihin.

Toinen aika työllistävä vaihe on mallin siivoaminen tilaajan tietomalli-standardeihin. Esimerkiksi skanskalla on osin melko tarkat mallinnusohjeet, jotta mallia voi hyödyntää automaattisessa määrälaskennassa. Tämä työ sisältää esimerkiksi mallin elementtien pientenkin päällekkäisyyksien korjauksia."

Lähtömallin tekemiseen PITÄISI mennä paljon aikaa - silloin suunnittelu on joutuisampaa

Lähtömalli, ovikaaviot, asemapiirustus

Muutokset ja piirustusten jakelu, tarkistamiseen ja taulukointiin. Että saa esim taulukoilla oikean tiedon ulos. Itse tiedon syöttö ei vie niin paljon aikaa vaan sen louhiminen.

Mistä edellisten vaiheiden toistuvuus tai kuluttavuus johtuu?

Toisaalta tarve saada jatkuvasti ajantasaista aineistoa jossain toisessa tiedostomuodossa kuin varsinainen malli ja toisaalta suunnitteluohjelman vaatima suuri manuaalisen työn tarve, jotta asiakirjat saadaan tuotettua.

Vaihtelevista projekteista, aloituspohjien puutteellisuudesta ja eri yhteistyökumppanien (urakoitsija, suunnittelijat) kanssa toimimisesta.

Jokainen talo on suunniteltava ja suunnitteluun kuuluu toistuvia työvaiheita.

Kun on pyrkimys simuloida kokonaisten rakennusten osia mallintaen, niissä nyt vain on hyvin paljon erilaisia huomioitavia seikkoja.

Vanhaa rakennusta mallinnettaessa ei useinkaan voida hyödyntää esim. valmiita rakenne- ja rakennusosatyyppejä, vaan joka projektissa ovat seinänpaksuudet, ovien leveydet yms erilaisia. Lähtötietodataa joudutaan tutkimaan tarkasti eri kulmista jotta voidaan saada varmuus siitä, missä rakennusosat (kantavat seinät ym) todellisuudessa sijaitsevat; tämä on suhteellisen hidasta ja sellaisia ohjelmistoja, jotka automatisoivat esim. pistepilvidatan muuntamisen suoraan rakennusosapohjaiseksi tietomalliksi, ei vielä ole olemassa.

Monotonista, toistuvaa työtä, joka on kuitenkin pakko tehdä, koska tietomallissa jokaisen tilan on oltava oikein. Periaatteen esittäminen yhdessä tilassa, jonka mukaan muut toistuvat mukaan, ei onnistu nykyisillä työkaluilla.

Ohjelmiston ongelmista, lokalisaaion puutteista tai toimiston aloituspohjan puutteellisuudesta.

Työskentelytavoista

Ovikaavioiden kohdalla kyse on tiedon syventämisestä: rakennusosan tarkkaan määrittelyyn kuluu aikaa ja siihen liittyy monia osapuolia. Asemapiirustuksen kohdalla kyse on usein tiedon jäljentämisestä uudelleen muotoon, joka on arkkitehdin tarkoitukseen soveltuva.

Softan ominaisuuksista ja puutteista. Tilaaajan vaihtuvista toiveista. Muutosten kuormittavuutta ei ymmärretä ja sille ei varata aikaa.

Millaista tietosisältöä näissä vaiheissa tuotetaan? Millaista tietoa mallinnetaan?

Tietosisältö riippuu hankkeen vaiheesta. Tietotaso tarkentuu suunnittelun ja mallinnuksen edetessä ja lopullinen taso on hanke kohtainen.

Tietomalliin tuotetaan perustiedot eli koordinaatisto/ sijainti ja korkotiedot. Samoin objektien rakennetyypit ja ID:t ovat tietomallin selkeyden ja määrälaskennan kannalta tärkeitä. Tilojen tiedot ovat tärkeitä etenkin pinta-alalaskennalle, mutta samat tiedot välittyvät toki tietomalliinkin.

Käytännössä kaikki rakentamisen kannalta oleellinen tieto pyritään lisäämään malliin. Tapauskohtaisesti tietoa saatetaan ylläpitää myös mallin ulkopuolella (esimerkiksi käyttäjien vaatimukset tilojen kalustukselle, väriyysuunnitelma).

Pääpaino on nykyäänkin perinteisten viivapiirustuksien kuten pohjien, leikkausten, julkkarien, kaavioiden ja detailjiirustusten tuottamisessa, mallista mahdollisimman vähällä lisätyöllä. Samalla tietomallin tietosisältöä lisätään antamalla 3D-objekteille esim. yksilöiviä tunnuksia ja niiden ominaisuuksia kuvaavia parametreja.

Vanhoja rakennuksia mallinnetaan yleensä tilavarauksina ja esim. rakennekerroksilla ei olemassaolevissa seinissä, laatoissa ja yläpohjissa ole väliä - riittää, että rakennusosat ovat oikean paksuisina. Ovia tai muita rakennusosia ei yleensä tarvitse luetteloida. Käytännössä ainoa tietosisältö on se, mitkä rakennusosat ovat

vanhoja, mitkä puretaan ja mitkä ovat uusia. Myös olemassa olevat tilat mallinnetaan usein tässä vaiheessa, ja niistä saadaan pinta-ala- ja tilavuustietoa.

Rakenne- ja rakennusosien määrä/laajuus, sijainti, geometria, liittyminen muihin rakenteisiin, muutosvaihe, materiaalitietoja, paloluokka- ja dB-luokkatietoja, yksilöivät tunnisteet, koko

Tätä tuli jo käsiteltyä edellisen sivun kysymyksissä.

Kaikki projektit menevät edelleen perinteiseen, dokumentteihin perustuvaan tapaan juridisista syistä. Mallinamme kaikki tilaajan ja suunnittelijoiden tarvitsemat asiat ja kaikki omaan suunnitteluun tarvittavat asiat

Tarkkaa tietoa rakennuksen toteutusta varten.

YTV:n mukaista tietosisältöä

Onko edellämainituille tietosisällöille annettu määrämuoto? Minkä tahon toimesta? (Asiakas, viranomainen, yleinen- tai sisäinen ohjeistus...)

Yleisiä ohjeita on, mutta yleensä juuri vaatimustason epäselvä määrittely jättää liikaa tulkinnan varaa mallin tietosisällölle.

Osaan tulee ohjeistus asiakkaalta, osa sovitaan projektikohtaisesti urakoitsijan ja suunnittelijoiden kesken.

Tietosisällön määrämuoto määritellään hankekohtaisesti pääsuunnittelijan (arkkitehti) ja tietomallikoordinaattorin (yleensä arkkitehdin alihankkija) toimesta.

Ei varsinaista määrämuotoa - toimiston sisäinen käytäntö ohjaa osittain, mutta ongelmanahan Suomessa ja globaalistikin on yhteisen standardin puute. Talo 2000 on auttamatta ajastaan jäänyt, eikä ole oikein järkeä askarrella joka maahan täysin omia speksejään. Hyvä analogia on miettiä world wide webin alkuaikoja, jolloin ongelmana oli eri selainvalmistajien sooloilu ja puutteellinen tuki HTML-kielen standardeille. Vasta kun käyttäjälähtöisesti 2000-luvun alussa alettiin painokkaasti vaatia standardeille tukea, ja Netscape julkaisi lähdekoodinsa vapaasti (jonka johdosta ensin tuli Mozilla, Firefox ja myöhemmin WebKitin kautta Safari, Chrome ym selaimet), webin kehitys ja hyödyllisyys saivat vauhtia ja käyttö helpottui. BIM-puolella ollaan edelleen tuossa 1990-luvun tilanteessa. Ohjelmistovalmistajat sooloilevat, ja tukevat standardeja vain osin. BIM-tiedon koneellinen luettavuus ja automatisoitu käsittely on mahdotonta kun tietosisällöt vaihtelevat, eikä mallien jatkokäyttö näin ollen vieläkään ole kuin tulevaisuuden lupaus.

Mallin tarkkuustaso ja rakennusosien kategoriat määritellään YTV2012-dokumentissa (mikäli sopimukseen on kirjattu, että tietomallinnuksessa noudatetaan tätä ohjetta). Rakennusosien mallinnustapa ja nimeämiskäytännöt, tieto rakentamis- ja purkamisvaiheesta, luetteloiden muoto sekä litteroiden nimeämistapa pohjautuvat sisäiseen ohjeeseen ja on ensisijassa tarkoitettu oman arkkitehtisuunnittelumme helpottamiseksi. Tilojen nimeämiskäytännöt, pinta-alojen laskentatapa ja luuteloitava pinta-ala- ja tilavuusdata tehdään tilaajan vaatimuksen mukaan.

Asiakkaalta & urakoitsijalta tulee toiveita, yleinen (RT/YTV) ja toimiston sisäinen ohjeistus.

Kaikki kysymyksessä mainitut tahot määrittelevät ja tekevät mallintamisesta työstä. Asiakkailla saattaa olla jokaisella omat standardinsa, jotka vaihtelevat hankkeesta toiseen.

Yleisesti julkiset hankkiat edellyttävät YTV2012 tietosisältöä. Oma laatujärjestelmämme edellyttää tarkemmat tiedot, eli oma "määrämuoto"

En ymmärrä kysymystä. Määrämuoto?

Joskus on annettu ja joskus ei. Pyrimme pysymään toimiston omissa toimintatavoissa kunhan tieto on riskitietä

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian aikaisessa vaiheessa?

Luonnossuunnittelun resurssoinnin osuutta tulisi kasvattaa (ajallista ja taloudellista) tietomallihankkeissa. Liian varhainen suunnitelmien luukkoon lyöminen aiheuttaa kipuilua ja muutoksia myöhemmin. Ja toisaalta kun luonnosvaiheeseen on panostettu, sitä seuraava toteutussuunnittelu hoituu nopeasti tietomallin avulla.

Hankkeen laajuus lukitaan usein niin aikaisin, että jokaisesta muutoksesta joudutaan sen jälkeen vääntämään erikseen.

En ole törmännyt tähän ongelmaan. Asuntosuunnittelussa toki tiukka huoneistojakauma ja tiukasti rajatut täydentävät rakennusosat asettavat joskus tarpeettoman tiukkoja reunaehdoja arkkitehtuurisen kunnianhimon kannalta, mutta gryndituotanto on pullaa jolla rahoitetaan kiinnostavampien projektien tekeminen

Tätä ongelmaa ei omassa työssäni ole.

"Joissakin tapauksissa mallin koordinaatisto täytyy lyödä lukkoon (suunnittelualojen yhteensovitusta varten) ennenkuin tiedetään, mihin asentoon rakennus tontilla tulee asettumaan. Tämä voi johtaa siihen, että malli on

lopulta ""vinossa"" koska koordinaatistoa ei enää voi muuttaa. Riippuen tilaajasta joskus saatetaan lyödä lukkoon suunnittelua rajoittavia tekijöitä kuten moduli-verkko tai LVI-kuilujen paikkoja ennen, kuin arkkitehtisuunnittelussa on ehditty riittävän pitkälle että nämä elementit saataisiin optimaaliseen kohtaan."

LVIS:n reitit ja tarkat sijainnit. Aiheuttaa ylimääräistä muutostyötä kun asiat tarkentuvat ja muuttuvat myöhemmin.

Päätoimisesti tietomallivastaavana en osaa ottaa tämän sivun aiheisiin juuri kantaa. Toisinaan kuitenkin tuntuu, että arkkitehdin toimesta malli viedään liian yksityiskohtaiseksi liian nopeasti, ja muut osapuolet saattavat lukea mallia kuin raamattua. Esimerkkinä vaikka projekti, jossa kaiteet oli mallinnettu eräällä pinnakaidetyypillä vaikka päätöstä tyypistä ei oltu tehty. Myöhemmin kaiteen tyyppi kirjattiin rakennustapaselostukseen, mutta mallia ei korjattu. Määrälaskennassa oltiin käytetty mallin kaidetyyppejä, eikä kustannussyistä vaihto rakennustapaselostuksen kaidetyyppeihin enää onnistunut kun asia selvisi arkkitehdille. Ongelmalta oltaisiin vältytty, mikäli kaide olisi mallinnettu selvästi luonnosmaisella kaidetyypillä.

Aikataulu

Suunnittelun lähtökohdat. Usein käyttäjän todellinen tarve tai tarpeen soveltuvuus paikkaan selviää vasta suunnittelun edetessä.

Aikataulu joka on aina liian tiukka

Millaisia asioita lyödään lukkoon oman työsi näkökulmasta liian myöhäisessä vaiheessa?

Muiden suunnittelijoiden (rak, lvi, sähkö) suunnitelmat.

Talotekniikan tilavaraukset selviävät usein yllättävän myöhäisessä vaiheessa ja julkisessa rakentamisessa ne ovat lähes aina merkittävän kokoisia. Etenkin korjaushankkeissa vanhaan rakenteeseen soveltaminen on usein työlästä ja myöhässä.

Tietysti kaikki isommat muutokset tilaohjelmaan tai LVI-suunnittelijan yllättävät huomiot useiden uusien kanavien vetämiselle valmiiksi suunniteltujen tilojen läpi ärsyttävät, mutta ne kuuluvat normaaliin suunnitteluprosessiin.

Toimiston sisäisessä työskentelytavassa monia design-päätöksiä vatvotaan hyvin pitkään, ja tällöin mallintaminen seisoo. Kun päätöksiä tulee, on jo kiire viedä ne malliin ja siitä tuotettaviin dokumentteihin, ja pahimmillaan malliin jo kiireessä laitettu "jotain", joka ei olekaan oikein ja teettää lisätyötä.

Riippuu jälleen tapauksesta (tilaajasta), mutta esim. tilavaatimukset saattavat elää vielä sen jälkeen kun rakennuksen suunnittelu on jo niin pitkällä että tilojen muuttuessa koko suunnitelmaa pitää myllätä reilusti uusiksi.

Kantavat rakenteet.

En osaa eritellä tarkemmin, mutta oman kokemuksen mukaan joitain päätöksiä pimitetään liian pitkälle, jolloin suunnitelmiin on tullut suuria muutoksia vaikka suunnittelu on viety jo pitkälle. Monesti taustalla ovat säästötoimenpiteet rakennuttajan osalta.

Ehdotussuunnitelmien hyväksyminen.

Yksinkertaisia perusasioita, kuten tilojen haluttu laatutaso tai järjestelmien malli.

Lähtötiedot, rakenteet, käyttäjän toiveet, mahdollisesti valmistumaton kaava, puuttuvat korkotiedot, yms. Tietomallihanke vaatii paljon lähtötietoja projektin alkuvaiheessa. Tilaajat eivät pääsääntöisesti sitoudu tähän vaikka suunnitteluryhmän pitää sitoutua.

Miten edellä kuvatut asiat vaikuttavat työhösi?

Samoja asioita tehdään moneen kertaan ja pahimmassa tapauksessa kertaalleen muutettuja asioita veivataan edes takaisin.

Ne lisäävät neuvottelu- ja suunnittelukierroksia, kun muutoksille joudutaan joko pyytämään lupaa tai sitten jo kerran suunnitellut asiat joudutaankin sovittamaan tate:n kanssa uusiksi

Ovat osa normaalia prosessia

Ne teettävät lisätyötä ja stressaavat.

Liian aikaisin lukkoonlyödyt asiat vaikeuttavat suunnittelua, ja liian myöhään muutettavat asiat aiheuttavat odottamatonta lisätyötä, joka voi viivästyttää aikataulua.

Ylimääräisiä muutuskierroksia eri suunnittelijoiden kesken.

Muutokset, vaikkakin päivittyvät kaikkiin kuviin mallin kautta ovat työläitä tehdä. Lopputulos ei myöskään ole välttämättä ihanteellinen.

Aikataulu ja päätöksentekomenettelyt. Rakennuslupakäsittelyjen kesto.

Suunnittelussa ei voi ennakoida tulevaa, vaan jo valmista suunnitelmaa pitää palata muokkaamaan myöhemmin tehdyt päätökset mukaiseksi.

Muutokset ja puuttuvat tiedot lisäävät kiirettä ja työtaakkaa huomattavasti

Mitä tietoja tai millaisia päätöksiä omasta näkökulmastasi tulisi olla lukittuna kun siirrytään...

... hankesuunnittelusta ehdotussuunnitteluun?

Hankeen laajuus ja suhde ympäristöön.

Karkea tilaohjelma, ratkaisun peruseriaatteet, rakenteelliset perusratkaisut.

Tilaohjelman tärkeimmät osat ja tiloille asetettavat vaatimukset

Rakennuksen laajuus ja muoto karkealla tarkkuudella

Rakennuksen tilaohjelma

Pinta-alat ja tilavuudet, tilojen pääkäyttötarkoitukset, kaikki arkkitehtuurin kannalta olennainen

Pinta-alat, asuntojakauma ja keskipinta-alatavoitteet

Hankkeen sisältö (käyttäjätiedot), hankelaajuus ja kustannusraamit

Rakennuspaikka, käyttäjämäärä, haluttu laatutaso, tilaohjelma...

Muut suunnittelijat, vahva kaava, käyttäjien toiveet, hyvä projektin johto

... ehdotussuunnittelusta yleissuunnitteluun?

Tilaohjelma ja talotekniset linjaukset.

Laajuus ja muoto täsmentyneenä (tilaajan feedback huomioitu)

Massoittelu, tilojen sijoittelu

Pinta-alat ja tilavuudet, tilojen pääkäyttötarkoitukset, kaikki arkkitehtuurin kannalta olennainen, tate tila-varaukset ja runkoreitit

Rakennetyypit

Ehdotussuunnitelmien hyväksyminen

Tilojen pinta-alat ja sijoittuminen tilassa, rakennuksen yleisratkaisu

tällaista vaihetta ei ole.. :D

... lupavaiheeseen?

Tilaohjelma ja talotekniset linjaukset.

Laajuus, muoto, julkisivut, tilajako, sijainti tontilla

Moduliverkot, tarkennetut tilavaatimukset, talotekniset reitit, pintamateriaalit

Kaikki rakennuslupaan vaikuttavat asiat ja perusmitoitus

mm. Taloteknisten energialaskelmien lähtötiedot

Lähes kaikki. Runko, talotekniikka...

Viranomaisten vaatimat tiedot

Korot, rakenteet, tilat, toiveet, viranomaisohjeet ja -tulkinnat

... yleissuunnittelusta toteutussuunnitteluun?

Plaanit.

kts. edellinen kohta (lupavaihe = yleissuunnittelun ja toteutussuunnittelun nivelkohta)

Rakennetyypit, talotekniikka

Kantavat rakenteet ja talotekniikan tilat ja reitit

Tuotteiden alustava valinta olennaisten tietojen osalta.

Kaikki - työrauha suunnittelijoille

Materiaalit, varusteet, järjestelmät, kulunvalvonta...

Käyttäjätiedot, joille DL ettei toiveet koko ajan muutu, erikoissuunnitelmat,

Liittyykö työhösi muita tilanteita, joissa tieto ja tietotarpeet eivät kohtaa optimaalisella tavalla?

Usein tilaajalta/käyttäjältä tulevat linjaukset laahavat aikataulusta ja sitä kautta hidastavat omaa suunnittelutyötä.

Kyllä. Usein on kyse siitä, että tarvitaan päätöksiä, joiden teko viivästyy esim. tilaajan tai pääsuunnittelijan kiireistä tai huonosta organisoinnista johtuen.

Korjausrakentamisessa suunnitelmat tehdään vaillinaisella lähtötietomallilla, kun piilossa olevia rakenteita ei ole päästy mittaamaan.

Suunnitteluprosessi

Tietotarvepyyntöihin ei suhtauduta vakavasti

Jos [toimistossa käytössä sisäisiä tietomalliohjeistuksia], millaisia asioita näissä käsitellään? Koetko ne oman työsi kannalta hyödyllisiksi?

Mallinnusperiaatteita, rakennusosien parametrisointia mm. Yhteiset pelisäännöt ovat elintärkeitä tietomallihankkeissa.

Piirustusten nimeämistä, tilojen (vyöhykkeiden) tietosisältöä. Yhtenäinen ja mietitty ohjeistus parantaa aina hankkeen työstämistä etenkin isoissa projekteissa.

"Oma mielipiteeni on se, että nimikkeistöjen ehdoton yhdenmukaisuus ja vakiointi ei ole kovin oleellista suunnittelun kannalta. Alalla on niin paljon eri käytäntöjä ja eri suunnittelu ohjelmistoissa on niin merkittäviä eroavaisuuksia sisäisessä logiikassa, että jonkin uuden ""oikean"" käytännön luominen ""yhteiseksi standardiksi"" on tuhoon tuomittu yritys. Vertaa: <https://xkcd.com/927/>

Jokainen rakennus on yksilö, ja jokaisessa rakennuksessa on vähintään puoli tusinaa ominaisuutta joissa ""standardista"" poikkeaminen olisi suunnittelun loogisuuden kannalta perusteltua.

Oleellisempaa olisi luoda työtavat, joilla eri toimijat pystyisivät joustavasti hyödyntämään epästandardia tietoa omissa tietojärjestelmissään."

Olen sikäli jäävi arvioimaan, että olen itse laatimassa sisäisiä ohjeistuksia. Pyrimme pitämään ne hyvin käytännöllisinä, ja tarkoitus on niiden avulla helpottaa työntekoa.

"Revit-ohjelmassa käytettävistä kategorioista on ohje, jonka mukaan toimimalla saadaan tietomallitieto oikealla tavalla yhdistelmämalliin ja tiedoksi muille suunnittelijoille. Toimiston ohjeen mukaan luotuja tietokenttäparametreja oikein

käyttämällä saadaan ulos luettelot, joissa on haluttu tietosisältö oikealla tavalla jaoteltuna."

Osa toimiston ohjeistuksista ei mielestäni vastaa parasta / viimeisintä käytäntöä. Huomaan eron esimerkiksi edelliseen työpaikkaani verrattuna. Monia ohjeistuksia joutuu soveltamaan, jotta toiminta vastaa tarpeita. Vaihtelee projekteittain.

Toimistolla on mm. kustomoitu aloituspohja, objektikirjasto, omat parametrit ja vakioituja nimeämisperiaatteita. Tarkoituksena on kirjoittaa toimiston mallinnusohjeet. Koen ne luonnollisesti hyödyllisiksi, sillä olen itse tärkeässä roolissa kehittämässä niitä. Muiden mielipiteistä en osaa sanoa.

Yleiset mallintamismenetelemät, jotka ovat riittävän sallivia. NO KYLLÄ koen hyödylliseksi.

Erilaiset ohjeet ja toimintatavat hidastavat arkkitehdin työtä

Kyllä koen, käsitellään tehokasta tietomallinnusta joka palvelee arkkitehtisuunnittelun tarpeita ja valmistaa muutosjoustavuuteen. Ohjeissa on huomioitu tietomallinnuksen ja 2D printtikuvan vaatimukset, että molemmat ovat oikein ja jälki on hyvännäköistä

Sisältääkö YTV kohtia, joissa oman työsi näkökulmasta olisi lisättävää tai tarkennettavaa? Millaisia asioita tulisi tarkentaa?

"Oma näkemykseni on, että YTV on hyvä työkalu jos tietomallintamista aloitetaan ensimmäistä kertaa, mutta monin paikoin järjettömän kankea ja kömpelö ja vanhanaikainen tietomallintamisessa kokeneemille toimijoille. Käytännössä sitä voi lähinnä käyttää lähitaisteluaseena muita suunnittelijoita vastaan kun mallintamisen tarkkuudesta on erimielisyyksiä; ihannetilanteessa tällaista tilannetta ei pitäisi tulla vastaan.

Rehellisyyden nimissä on myönnettävä, että en ole tutustunut YTV:hen kuin hyvin pintapuolisesti"

Ei

Työmaan aikaiset tarkemittaukset korjauskohteessa

Ei tule mieleen. En tosin näkisi pahana jos YTV:n mallinnusohjeet olisivat nykyistä tarkemmat. Tämä parantaisi varmasti mallin jatkohyödyntämisen mahdollisuutta. Nykyisin osa tilaajista haluaa tietomallin, mutta ei tunnu itse oikein ymmärtävän edes miksi. Tuntuu että sitä pyydetään joskus, vain koska se nyt

alkaa olla standardi. YTV voisi olla tilaajalle helppo apuväline mallin tason määrittelyyn arkkitehtisuunnittelua tilatessa. Mallinnuksen tavoitetasoja voisi olla uempia.

Kyllä. Tässä ei nyt joudu tarkentaa.

Mallin sijainti koordinaatistossa ja Survey Point-työkalun käyttö

Tietomallinnuksen tarkoitus paremmin kiteytettynä, pääsuunnittelijan rooli, kustannustieto, ettei vaan ajatella sitä PS:n tekemäksi ilmaiseksi työksi

Oletko havainnut työssäsi muita asioita tai tilanteita, joista olisi mielestäsi hyödyllistä laatia yleinen ohjeistus?

Talo 2000 pitäisi päivittää tai oikeastaan korvata jollain tietomallintamiseen paremmin soveltuvalla yleisnimikkeistöllä - mielellään kansainvälisellä

Työmaan aikaiset tarkemittaukset korjauskohteessa

"Olisi mukava jos suomessa olisi vakioidut parametrit, joihin elementtien tietoa tallennetaan. Monissa muissa maissa tällainen hanke on ymmärtääkseni olemassa. Tämän myötä valmistajien tuotteita ei tarvitsisi muokata omaan standardiin jokaisen familyn kohdalla, vaan kotimaiset valmistajat osaisivat käyttää valmiiksi yhdessä sovittuja parametrien nimikkeitä. En tiedä kuinka realistinen tällainen tavoite olisi.

Mielestäni olisi myös hyvä, jos tiettyjä asioita voisi enenevissä määrin välittää muille tahoille mallin välityksellä ja siirtyä niiden osalta pikkuhiljaa pois 2D-asiakirjoista."

Kyllä.

Jos käytettäisiin edes nykyisiä ohjeita niin asiat olisivat paremmin. Asenteista enemmän kiinni. Tietoa kyllä on saatavilla.

Herättikö kysely ajatuksia tai onko muuta kommentoitavaa? Vastauksia kysymyksiin joita ei kysytty? Vapaa sana:

"Oma kokemukseni tietomallintamisesta rajoittuu Revitin käyttöön, ja kokemukseni on se, että Revitissä on äärimmäisen helppoa ja joustavaa luoda uusia tietokenttiä tietomalliin tarpeen mukaan. Tämä joustavuus on uskomattoman hyödyllistä, ja joustavuudesta luopuminen yhdenmukaisuuden nimissä ei mielestäni ole perusteltua."

Tietomallivaatimuksia luodessa olisi mielestäni hyvä kuulla kunkin ohjelman tuntevia henkilöitä. Ohelmien lokalisaatioiden kehittäjiä olisi myös hyvä kuulla. ArchiCAD:in osalta MAD:ia, mutta Revitin kohdalla ei taida olla tällä hetkellä tahoa joka aktiivisesti kehittäisi lokalisaatiota.

Tilaajan ja suunnittelunohjauksen puolella on paljon vielä opittavaa tietomalleista. Huonosta tilaamisesta johtuu suurin osa ongelmista. Alkataulut bim-hankkeessa ei ole tilaajien hallussa.